Alfons Botthof,
Jakob Edler,
Katrin Hahn,
Hartmut
Hirsch-Kreinsen,
Matthias Weber,
Jan Wessels (Hg.)

Transformative und agile Innovationssysteme

Neue Praktiken und innovationspolitische Herausforderungen

campus

Transformative und agile Innovationssysteme

Alfons Botthof, ist Bereichsleiter »Gesellschaft und Innovation« in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.

Jakob Edler, Prof. Dr., leitet das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und ist Professor für Innovationspolitik und Strategie an der Uni Manchester.

Katrin Hahn, Dr., hat zuletzt an der Technischen Universität München zum Thema Innovation in Unternehmen und industriellen Ökosystemen geforscht und gelehrt.

Hartmut Hirsch-Kreinsen, Prof. i.R. Dr., lehrte Wirtschafts- und Industriesoziologie an der TU Dortmund und ist Research Fellow an der Sozialforschungsstelle Dortmund.

Matthias Weber, Prof. Dr., ist Head of Center for Innovation Systems and Policy am AIT Austrian Institute of Technology GmbH und Professor an der Université Gustave Eiffel.

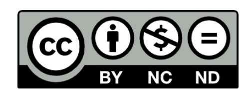
Jan Wessels, Dr., ist Leiter der Gruppe Innovationspolitik, Evaluation und Monitoring in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.

Alfons Botthof, Jakob Edler, Katrin Hahn,
Hartmut Hirsch-Kreinsen, Matthias Weber,
Jan Wessels (Hg.)

Transformative und agile Innovationssysteme

Neue Praktiken und innovationspolitische Herausforderungen

Campus Verlag
Frankfurt/New York



ISBN 978-3-593-51804-6 Print
ISBN 978-3-593-45562-4 E-Book (PDF)
DOI 10.12907/978-3-593-45562-4

Umschlaggestaltung: Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main
Satz: le-tex xerif
Gesetzt aus der Alegreya
Druck und Bindung: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza
Beltz Grafische Betriebe ist ein klimaneutrales Unternehmen (ID 15985–2104-1001).
Printed in Germany

www.campus.de

Inhalt

Teil II: Komplementäre Systemveränderungen und deren Schnittstellen zum Innovationssystem

Teil III: Governance-Anforderungen in einem gewandelten Innovationssystem

Fazit und Ausblick

Vorwort

Etablierte Innovationssysteme können durchaus so lang funktionieren, wie ihr Umfeld ebenso stabil ist wie deren über lange Jahre gewachsenen Strukturen. Doch was passiert, wenn sich dieses Umfeld signifikant verändert und mit ihm die Bedingungen, unter denen Innovationen generiert werden?

Deutschland war bis vor wenigen Jahren bekannt und angesehen für eben diese gewachsenen und etablierten Strukturen, die einen wichtigen Beitrag zur Innovationskraft des Landes leisten. Dazu zählen: die sozialpartnerschaftlichen Beziehungen der Tarifparteien, hochwertige Abschlüsse im dualen Ausbildungssystem und an renommierten Universitäten, ein passgenaues Zusammenspiel in den nationalen und internationalen industriellen Wertschöpfungsketten, ein differenziertes und leistungsfähiges Forschungssystem und nicht zuletzt eine Forschungs- und Innovationspolitik, die den verschiedenen Akteuren hinreichend Unterstützung und Verlässlichkeit bot. Zwar wurde immer wieder Kritik laut an fehlendem Risikokapital und einem Mangel an radikalen Innovationen, doch bestätigte lange Zeit die große Anzahl an Technologieführerschaften und den »hidden champions« im Mittelstand sowie die starke Exportleistung den Erfolg des deutschen Innovationssystems.

In den letzten Jahren sind diese Bedingungen allerdings ins Wanken geraten: radikal neue technologische Möglichkeiten und Herausforderungen durch Digitalisierung und die darauf beruhende Plattformökonomie, die damit verbundene massive globale Verschiebung der ökonomischen Kraftzentren, die Erfahrungen mit der Covid-19-Pandemie, Ressourcenengpässe und geopolitische Spannungen. Neben diesen externen Entwicklungen spielen auch systemimmanente Herausforderungen wie der Fachkräftemangel und die Notwendigkeit, Forschung und Innovation stärker auf die Erreichung der Klimaziele auszurichten, eine große Rolle. Die Leistungsfähigkeit des Systems ist bedroht: Auf bis dahin bewährte Konzepte und Lösungsansätze zurückzugreifen, ist in vielen Fällen nicht mehr tragfähig. Das trifft gleichermaßen auf die verschiedenen Säulen des Innovationssystems zu: Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung und Politik. Es bedarf kreativer Ideen und Ko-

operationen, um neue Wege zu beschreiten und um ein Innovationssystem zu etablieren, das transformativ und agil auf Veränderungen reagieren kann. Das deutsche Innovationssystem mit seinen vielfältigen sektoralen und regionalen Ausprägungen befindet sich in einem bisher kaum dagewesenen tiefgreifenden Wandel.

Dieses Buch will einen Beitrag dazu leisten, diesen Wandel zu verstehen und politische Handlungsoptionen zu erörtern. Es soll den Diskurs zur Zukunft des deutschen Innovationssystems nicht abschließen, sondern Raum schaffen für neue und weitere, dringend benötigte Diskussionen und Forschung!

Es ist das Ergebnis einer Initiative der Herausgebenden, die 2020 das Diskussionspapier »Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik« veröffentlichten und auf dessen Basis Autorinnen und Autoren aus Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft einluden, ihre Reflexionen zu formulieren. Das Ergebnis ist eine umfassende Analyse aus unterschiedlichsten Perspektiven und eine Sammlung kreativer Ideen für die dringend notwendige Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems.

Ein großer Dank geht an unsere Autorinnen und Autoren, die mit ihren Beiträgen einen Sammelband ermöglichten, in dem Analysen dieser Veränderungsprozesse, Möglichkeiten und Bedarfe aus unterschiedlichen Blickwinkeln und Disziplinen den Diskurs bereichern. Jost Lüddecke (Institut für Innovation und Technik, Berlin) und Edgar Illert möchten wir für ihre Unterstützung bei Lektorat und Verlagsangelegenheiten danken.

Alfons Botthof, Jakob Edler, Katrin Hahn, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Matthias Weber, Jan Wessels

Einleitung: Das Innovationssystem im Wandel

Alfons Botthof, Jakob Edler, Katrin Hahn, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Matthias Weber, Jan Wessels

1. Einflussfaktoren des Wandels

Die Bedingungen und Verlaufsformen von Innovationen haben sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt und erhöhen den Veränderungsdruck auf Etabliertes: Neue Technologien, die einerseits im Kontext des gegebenen Innovationssystems (IS) generiert werden, drängen andererseits zugleich auf deren Wandel. Denn mit ihnen verbinden sich oftmals Innovationspotenziale, aus deren Nutzung sich Anforderungen ergeben, die mit den bisherigen Praktiken und institutionellen Regelungen des IS kaum mehr kompatibel sind. Dies gilt etwa für jene Innovationserfordernisse, die sich mit digitalen Technologien, insbesondere der Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz, verbinden und die in Widerspruch treten zu den bis dato dominanten und durchaus erfolgreichen Innovationsbedingungen und -praktiken des deutschen, industriell geprägten IS (ten Hompel et al. 2019; Botthof et al. 2020; Hirsch-Kreinsen 2023). Insbesondere digitale Technologien eröffnen eine Reihe von neuen Geschäftsmodellen, die Hardware, Software, Organisationen und Menschen auf neuartige Weise zueinander in Beziehung setzen. Damit verschwimmen herkömmliche Sektorgrenzen und Wertschöpfungsstrukturen – und auch die Innovationspolitik wird vor neue Herausforderungen gestellt. Neben neuen Technologien treiben steigende Anforderungen an Geschwindigkeit und Agilität von Innovationsprozessen sowie globale Kooperationsbeziehungen den Wandel an, der sich in neuen und agilen Innovationsstrategien technologieintensiver Unternehmen und offenen Innovationsmodellen äußert. Gleichzeitig haben sich die gesellschaftlichen Anforderungen an den Problemlösungsbeitrag des IS – Stichwort Sustainable Development Goals – massiv erhöht. Als politische Reaktion auf diese vielfältigen Veränderungen kann der Wandel der Innovationspolitik hin zur »Missionsorientierung« gelten. Innovationspolitik weitet ihren Wirkungsbereich zunehmend aus, von einer Politik für Innovationen zu einer Politik, die auf Innovationen ausgerichtet ist und die gesellschaftlich gewünschten Wirkungen dieser Innovationen zum Ziel nimmt. Damit werden deutlich mehr

Politikfelder, institutionelle Regelungen und Akteure Teil des IS als zuvor. Schließlich wirken die aktuellen Krisentrends – wie in den letzten Jahren die Covid-19-Pandemie – als externer Schock und Trendverstärker. Vor allem, weil sich damit ein massiver Digitalisierungsschub mit deutlich erweiterten Anwendungsfeldern der verschiedenen digitalen Technologien verbindet. Bislang ist nur zur erahnen, wie sich die deutlich erhöhten technologischen, gesellschaftlichen und politischen Anforderungen an das IS mittel- und langfristig auswirken. Die generelle Folge dieser Entwicklungen ist, dass das eingespielte nationale IS und dessen etablierten innovationspolitischen Strategien zunehmend unter Transformationsdruck geraten sind. Auslöser und Treiber sind sozio-technische Dynamiken, die im Wechselspiel zu gesellschaftlichen Anforderungen stehen. Dieser Druck wird sich absehbar weiter beschleunigen.

Davon ausgehend verfolgt dieser Sammelband eine doppelte Zielsetzung: Zum einen soll der Wandel in unterschiedlichen Bereichen des IS beispielhaft nachgezeichnet werden und zum zweiten sollen daraus sich ergebende Frage nach dem institutionellen und politischen Wandel des Innovationssystems diskutiert werden.

2. Interdisziplinarität und die Öffnung von Sektorengrenzen

Insbesondere digitale Innovationen und ihre Zielsetzungen sind nur unter den Bedingungen eines interdisziplinären, in Teilen sogar transdisziplinären Vorgehens zu bewältigen. Notwendig wird die Öffnung und Verschränkung der Entwicklerseite mit unterschiedlichsten Wissensquellen und Anwendungsfeldern. Denn der Charakter digitaler Technologien als »General Purpose Technologies« (Brynjolfsson/McAfee 2014) bedeutet für ihre Entwicklung und die konkrete Anwendung stets auch Vernetzung mit unterschiedlichsten Wissensdomänen. Im Vordergrund stehen dabei insbesondere Wissen, Prozesse und Technologien des jeweiligen Anwendungsfeldes, ganz gleich, ob es sich dabei um den Industrie- oder Dienstleistungssektor oder weitere gesellschaftliche Funktionsbereiche handelt. Die Potenziale von verteilten Wissensquellen können dabei nur durch deutlich breiter angelegte Innovationsaktivitäten genutzt werden (De Groote/Backmann 2019). Erforderlich ist daher ein systematisches Überschreiten disziplinärer und sektoraler Grenzen bei der Wissenserzeugung und Genese von Innovationen. Konkret sind neben Ingenieurwissenschaften und Informatik vor allem breit gestreute Anwendererfahrungen und wissenschaftliche Expertise in Hinblick zum Beispiel auf soziale, ökologische oder rechtliche Implikationen einer Innovation gefragt.

Gleichzeitig wird Interdisziplinarität im Zusammenspiel mit transdisziplinären Elementen das Potenzial zugesprochen, komplexe gesellschaftliche Probleme, »Grand Challenges« (Kuhlmann/Rip 2018), bearbeiten zu können. Das Potenzial

und die Notwendigkeit interdisziplinärer Lösungen zeigte sich besonders auch an den Herausforderungen der Covid-19-Pandemie: Wie immer wieder betont, waren die hier erforderlichen medizinischen wie aber auch sozialen Innovationen allein auf der Basis einer systematischen interdisziplinären Vorgehensweise erfolgversprechend (zusammenfassend zum Beispiel Kortmann/Schulze 2020). Mit anderen Worten, interdisziplinäre Forschung fördert grundlegende Neuerungen, die oftmals an der Grenze zwischen Disziplinen entstehen. Dabei schafft sie ungewöhnliche und überraschende Anschlüsse zwischen bisher unverbundenen Wissensbeständen, die zu besonders kreativen Ergebnissen führen können. Das Zusammenführen diverser Innovationsperspektiven, so schon frühere Erfahrungen, lässt vollständig neue Wissenschaftsfelder entstehen, die Impulse für die Weiterentwicklung von Wissenschaft und Technologie geben (Gibbons et al. 1994; Nowotny et al. 2001).

3. Neue einflussreiche Akteure

Infolge dieser neuen Herausforderungen verschieben sich im IS die Positionen der beteiligten Akteursgruppen und sie richten sich neu aus. Insbesondere wird die bisher bestimmende Rolle von Ingenieuren verschiedenster Provenienz infrage gestellt. Bislang waren im deutschen IS vor allem die Ingenieurwissenschaften – in enger Kooperation mit Unternehmen aus den verschiedenen industriellen Sektoren – die einflussreichsten Akteure. Diese herausgehobene Position wird seit einiger Zeit beispielsweise durch die informatikaffine Vision von »Industrie 4.0« und den damit verbundenen Fokus auf Künstliche Intelligenz infrage gestellt. Es entsteht dabei eine paradoxe Situation: Zwar haben die Ingenieurwissenschaften für den industriellen Sektor seit langer Zeit die Entwicklung IT-basierter produktionstechnologischer Systeme vorangetrieben, es gelang jedoch erst mit dem stark von Informatikern geprägten Konzept Industrie 4.0, eine hohe politische und öffentliche Aufmerksamkeit für den notwendigen Prozess der Digitalisierung zu gewinnen. Es zeichnet sich ab, dass sowohl der Innovationsdiskurs als auch die Zielsetzungen und Entwicklungsperspektiven des Innovationssystems zunehmend informatikgetrieben sein werden.

Die außergewöhnlichen Lebens- und Arbeitsbedingungen der Covid-19-Pandemie haben diese Entwicklungen weiter beschleunigt: Parallel zum gesellschaftlichen Digitalisierungsschub gewinnen bislang nachgeordnete Wissenschaftsdisziplinen und Branchen wie Medizin, Pharma und das Gesundheitswesen innerhalb des IS massiv an Bedeutung.

Um das Potenzial verteilter Wissensquellen und Anwendungsbezüge systematisch zu nutzen, muss eine wachsende Zahl heterogener Akteure aus unterschied-

lichen Domänen an Innovationsprozessen beteiligt werden (siehe auch Warnke et. al. 2016). In diesem Prozess bringen sich neben den etablierten und neuen Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft auch verstärkt Berater*innen und Intermediäre aus Verbänden und regionalen/kommunalen Einrichtungen sowie Vertreter*innen der Zivilgesellschaft ein. Wie schon vor langer Zeit vorausschauend prognostiziert, erhöht sich damit die Zahl der sozialen Orte, an denen Wissen produziert wird und die im Verlauf von Innovationen miteinander abgestimmt und koordiniert werden müssen (Gibbons et al. 1994; Bender 2005).

Die Ausweitung von relevanten Akteuren des IS lässt sich in Deutschland zwar bereits in Ansätzen beobachten, steht aber vermutlich erst am Anfang einer breiteren Entfaltung, wenn die Innovationspotenziale der Digitalisierung intensiver genutzt werden (Wessels 2020).

4. Neue Innovationsstrategien der Unternehmen

Ein weiterer starker Impuls für den Wandel des Innovationssystems und dessen Innovationspraktiken kommt von neuen, offenen und agilen Innovationsstrategien der Unternehmen (zum Beispiel Boes et al. 2019; ten Hompel et al 2019). Agilität wird in diesem Kontext verstanden als die Fähigkeit zu vorausschauenden und flexiblen Strategien angesichts der schnellen technologischen Entwicklung und generell kaum zu antizipierenden, gesellschaftlichen und ökologischen Anforderungen. Die angesprochenen Innovationsstrategien zielen vor allem auf die gezielte und dynamische Nutzung von Daten. Denn für aussichtsreiche Innovationen, etwa im Feld digitalisierter Produkte und Services, ist die Fähigkeit entscheidend, Daten zu nutzen und den Umgang damit zu beherrschen. Basis hierfür sind einerseits verfügbare Daten, andererseits aber werden zugleich mit ihren Anwendungen neue Daten generiert. Anders formuliert, die »Welt der Daten« eröffnet vielfältige, komplexe und ex ante nur schwer fassbare Innovationspotenziale und es werden völlig neue Daten mit neuen Nutzungsmöglichkeiten geschaffen. Um diese Potenziale auszunutzen, müssen Unternehmen die Logik datenbasierter Innovationen erfassen und damit neue Wege beschreiten: Das bedeutet Offenheit gegenüber neuen Kooperationspartnern, neuen Geschäftsmodellen und nicht zuletzt Offenheit, um Bewährtes zu hinterfragen und Neues aufzubauen.

Ein seit Langem intensiv diskutiertes Stichwort zur Charakterisierung eines Strategiewechsels ist *Open Innovation* (West et al. 2014). Das Konzept beschreibt die Öffnung von vormalig organisationsinternen Innovationsprozessen nach außen. Die damit verbundenen Ziele bestehen darin, die externen Wissensquellen strategisch zu nutzen, um das Innovationspotenzial zu vergrößern und neue, vor allem radikale Innovationen und ihre erfolgreiche Vermarktung zu stimulieren.

Damit trägt Open Innovation untrennbar dazu bei, dass sich, wie oben beschrieben, tradierte Wertschöpfungs- und Innovationsmuster weiter auflösen. An deren Stelle tritt eine neue Vielfalt von vernetzten Akteuren und Innovationsaktivitäten. Wissen und Innovationen werden aus disziplinär und sektoral bestimmten Kontexten in breiter definierte, ökonomische und soziale Zusammenhänge verlagert.[1] Dabei orientieren sich Innovationsbeziehungen immer weniger an sektoralen und tradierten produktbezogenen Grenzen. Unternehmensübergreifende Innovationsökosysteme erreichen eine neue Qualität.

Unstrittig ist der anhaltende Trend zu kürzeren Innovationszyklen, der durch volatile Märkte, neue Designmethoden und Prozesse (SCRUM etc.) getrieben wird. In der Folge führt diese Restrukturierung von Innovationsnetzwerken zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und damit auch zu einer Restrukturierung von Wertschöpfungsketten.

5. Wandel der Koordinationsmechanismen und Systemöffnung

Infolge der veränderten Innovationsbezüge deutet eine ganze Reihe von Evidenzen auf einen Wandel der Koordinationsmechanismen der relevanten Akteure hin, insbesondere zwischen den beteiligten Unternehmen und innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke. Im Zuge der Durchsetzung von Strategien der Open Innovation (s. o.) und der zunehmenden Bedeutung horizontaler IT-basierter Technologien insbesondere bei technologieintensiven, größeren Unternehmen werden die bisherigen organisationalen Netzwerkbeziehungen und eingespielten Hersteller-Anwender-Relationen zunehmend durch digital gestützte Koordinationsmodi wie internet- bzw. plattformgestützte Interaktionsprozesse ergänzt und erweitert. Die Covid-19-Pandemie wirkte hier als Trendverstärker. Einerseits beschleunigt sie Digitalisierungsprozesse über praktisch alle Branchen (wie auch gesellschaftliche Bereiche) hinweg, andererseits könnte sie bereits stark digitalisierten Unternehmen und ihren Netzwerken einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil bieten und damit die Heterogenität der Unternehmenslandschaft in »superstar firms« und »laggards« weiter verstärken (Bertschek 2020). Zudem wurde durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine der bereits in Gang befindliche Prozess der Rekonfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke nochmals beschleunigt und in seiner Ausrichtung an die neue geopolitische Situation angepasst.

---

1 Zu eher skeptischen Befunden über neue Innovationsstrategien vergleiche die Ergebnisse eines jüngst abgeschlossenen EU-Projektes (Hahn/Kuhlmann 2018).

Dieser Wandel wird neuerdings in der einschlägigen Forschung und Politik unter Bezugnahme auf das Konzept der *Innovation Ecosystems (IES)* diskutiert (zum Beispiel Granstrand/Holgersson 2020). Angesichts der Heterogenität des Konzepts bezeichnen wir damit den Übergang von einem eingespielten und strukturierten IS hin zu einem flexiblen, relativ unstrukturierten Innovationsmuster, dessen Kommunikations- und Interaktionsprozesse digital ermöglicht und gestützt werden sowie zu einer deutlichen Erweiterung der Anzahl der an Innovationen beteiligten Partner aus unterschiedlichsten Sektoren und »Milieus« führen. Verschiedentlich wird von einer Tendenz zur digitalen Enträumlichung des Wissensaustauschs im IES gesprochen, und zwar in doppelter Hinsicht:

Zum einen wird ein IES als quer liegend zu den bisherigen regionalen, sektoralen oder nationalen Systemgrenzen angesehen. Es umfasst die unterschiedlichsten Kooperations- und Interaktionsmuster. Häufig bildet sich in IES auch eine spezifische interdisziplinäre und offene Innovationskultur heraus. Dieser Zusammenhang wird als eine der zentralen Voraussetzungen für flexible, schnelle und disruptive Innovationen angesehen.

Zum anderen sind Innovationen eng mit gewandelten Agglomerationseffekten verknüpft, die u. U. regionale Disparitäten verstärken können. Städte dienen dabei als »Integratoren« der vielfältigen Möglichkeiten von und Einflüsse auf Innovation. Gesprochen werden kann von einer Urbanisierung von Innovationspolitik, zumindest als komplementäres Element. Städte werden zunehmend als Räume multipler lokaler Systemtransformation begriffen (zum Beispiel Gornig et al. 2018).

6. Internationalisierung

Mit dieser Tendenz zur Öffnung bisheriger primär national basierter, strukturierter Kooperationsmuster war für viele Jahre die Verstärkung der ohnehin seit Längerem beobachtbaren Internationalisierung (bzw. Transnationalisierung) von Innovationssystemen verbunden. Die Internationalisierungsstrategien der Unternehmen wie auch der Wissenschaft wurden und werden nun verstärkt und erleichtert durch die digitalen Medien, die zu einer Virtualisierung von Austausch- und Kooperationsbeziehungen in länderübergreifenden Netzwerken führen. Zudem spielt sich die Entwicklung und Diffusion digitaler Technologien unmittelbar im globalen Maßstab ab. Insbesondere technologie- und wissensintensive Unternehmen, aber auch entsprechende Start-ups, nutzen diese neuen Möglichkeiten strategisch, etwa um die Internationalisierung ihrer FuI-Aktivitäten zu verstärken. Das heißt, es bilden sich gerade auch im internationalen Maßstab neue Innovationsbeziehungen heraus, die die bisherigen Innovationsmuster erodieren lassen und vielfältige Optionen für weitreichende Innovationen ermöglichen (sol-

len). So wird beispielsweise im Kontext der KI-Entwicklung die Schaffung eines hierauf ausgerichteten, europäischen Ecosystems diskutiert (EU 2020). Diese neuen internationalisierten Beziehungen können einerseits einen ausgesprochenen transnationalen Charakter »oberhalb« einer jeweils nationalen Systemebene haben, andererseits können sie aber auch (im globalen Maßstab) eine regionale Clusterbildung »unterhalb« der jeweils bestehenden nationalen Ebene verstärken. Auf diesem Wege entwickelt sich das nationale IS zu einem ausdifferenzierten Mehrebenensystem der Innovation.

Allerdings laufen den langjährigen Internationalisierungstendenzen in den letzten Jahren einige Entwicklungen zuwider. Ein schon etwas länger bestehender gegenläufiger Trend verstärkt sich in den letzten Jahren insbesondere unter dem Eindruck der Covid-19-Pandemie. Unter dem Stichwort Resilienz von Wertschöpfungsketten und der Sicherung von Versorgung mit medizinischen Gütern werden national orientierte Produktions- und Innovationsstrategien breiter diskutiert und auch politisch eingefordert. Diese Refokussierung auf verlässliche Versorgung mit kritischen Gütern und Vorprodukten geht nicht zuletzt seit dem russischen Angriffskrieg in der Ukraine mittlerweile weit über den Bereich der medizinischen Versorgung hinaus. Diese Disruptionen der internationalen Arbeitsteilung werden dabei mit der bereits zuvor aufgrund wachsender technologischer Rivalitäten insbesondere zwischen den USA und China geführten Diskussion um nationale bzw. EU-bezogene technologische Souveränität zusammengeführt (Edler et al. 2020). Zu Beginn der 2020er Jahre ist dabei eine international durchaus kontrovers geführte Debatte um das Ausmaß dieses »Decoupling« von China im Gange, mit unterschiedlichen Strategieansätzen in den USA und in Europa (Bateman 2022, European Chamber of Commerce 2022). Noch ist nicht absehbar, ob und in welcher Form sich hier innovations- und technologiepolitisch strukturelle Re-Nationalisierungstendenzen abzeichnen. Denkbar ist auch, dass sich die globalisierte Wirtschaft in zwei oder mehrere, im Zweifel noch stärker integrierte, aber gegenseitig sich abschottende Wirtschaftsblöcke neu aufteilt. Diese Entwicklungen verstärken ohne Frage die schon seit Längerem vorgebrachten Argumente einer wieder verstärkten nationalen Orientierung der Wirtschafts- und Industriepolitik.

7. Neuorientierung der Forschungs- und Innovationspolitik

In Wechselwirkung mit diesen Trends steht ein erkennbarer Wandel der öffentlichen Forschungs- und Innovationspolitik. Die in Deutschland traditionell vorherrschende FuI-Politik kann gängigen Kategorien folgend als »diffusionsorientiert« verstanden werden. Sie richtet sich größtenteils auf eine Förderung gegebe-

ner industrieller Strukturen und unspezifisch auf die Unterstützung der industriellen Innovationsfähigkeit, ohne Innovationen in eine bestimmte Richtung lenken zu wollen und Ressourcen auf einige wenige ausgewählte Spitzentechnologien zu konzentrieren.

Zu beobachten ist nun seit einigen Jahren ein gesellschaftspolitisch erweitertes Verständnis von Innovationen: Der Begriff Innovation entwickelt sich von einem primär auf wirtschaftliche Entwicklung ausgerichteten Konzept zu einem, das Veränderung in der Gesellschaft und das Lösen gesellschaftlich formulierter Probleme umfasst. Die Erwartungen beschränken sich dabei nicht allein auf technologische Entwicklungen, vielmehr werden zugleich explizit gesellschaftliche Zukunftsperspektiven formuliert. Damit werden die bislang dominierenden Wachstums- und Fortschrittsperspektiven zunehmend hinterfragt. Aufgrund dieses Nexus von technologischen Potenzialen und positiv konnotiertem gesellschaftlichen Wandel sind Innovationen weit mehr als nur technologische »Expectation Statements«, vielmehr wird mit neuen Technologien eine weit in die Zukunft weisende gesellschaftliche Perspektive verbunden. Mit dieser erweiterten gesellschaftlichen Perspektive verbinden sich jedoch zugleich auch neue, politikfeldspezifische Zielkonflikte der Innovationspolitik (zum Beispiel Wachstum versus Nachhaltigkeit). In jedem Fall aber erfordert dieses breitere Innovationskonzept eine Komplementarität technologischer, sozialer, organisatorischer und institutioneller Innovationen. Die überraschende forschungspolitische Konjunktur des Begriffs der »Sozialen Innovation« ist hierfür hinreichendes Indiz (Hightech Forum 2019; BMBF 2023; Howaldt et al. 2022).

Dieser Politikwechsel kann vereinfacht als »missionsorientiert« charakterisiert werden. Damit findet eine Konzentration auf ausgewählte Bereiche statt, die sich entweder auf innovationspolitisch als zukunftsweisend erachtete Wissens- und Technologiebereiche beziehen oder gesellschaftliche Zukunftsherausforderungen adressieren, für deren Bewältigung von FuI wesentliche Beiträge erwartet werden. Mit anderen Worten: Es werden explizit Schwerpunkte der FuI-Politik definiert und festgeschrieben, die sich nicht, wie in älteren Ansätzen, vornehmlich an Technologiebereichen orientieren, sondern an gesellschaftlichen Problemstellungen. In der aktuellen Fassung der Zukunftsstrategie des BMBF (2023) sind diese Missionen auf einer übergreifenden und aggregierten Problemebene definiert, z. B. Kreislaufwirtschaft, Nachhaltige Mobilität und Biodiversität. Im Gegensatz zu Missionsorientierung in anderen OECD-Ländern und in der Hightech-Strategie geben sie damit allgemeine Orientierung, sind aber in ihrer Operationalisierung wenig konkret. Deutlich wird eine Bündelung vieler Mittel auf die Zieldimensionen Klimaschutz und Nachhaltigkeit, um die zusätzlichen Ressourcen, die im Zuge der aktuellen Krisenmanagements (d. h. Covid-19-Pandemie, Ukraine-Krieg) bereitgestellt wurden, für eine systemische Umsteuerung zu nutzen. Zudem hat

die Covid-19-Erfahrung auch in Deutschland deutlich gemacht, dass Forschung und Innovation für immanente Krisen agil mobilisiert werden konnten. Dies hat der Lösungsorientierung von Forschungs- und Innovationspolitik weiter Auftrieb gegeben.

Die Argumentationsmuster, die der Lösungs- und Missionsorientierung zugrunde liegen, gehen deutlich über jene der früheren Jahre hinaus bzw. ergänzen diese. So sollen nicht mehr nur ausgewählte Technologiebereiche angesprochen werden, in denen Deutschland schon eine hohe Forschungskompetenz und einen Entwicklungsvorsprung aufweist bzw. neue Technologiefelder mit ihren Wertschöpfungspotenzialen adressiert werden (vgl. schon EFI 2010: 22), sondern es sollen explizit Systeminnovationen angestoßen und damit Systemtransformationen ermöglicht werden. Einher gehen hiermit mehr oder minder ausgeprägt systemtransformierende Ambitionen dieser missionsorientierten Programme, die aber nur im Zusammenspiel mit sektoralen Politikstrategien eingelöst werden können. Allerdings muss nochmals betont werden, dass die Missionsorientierung des Jahres 2023 nicht auf die Erreichung konkreter, operationaler Ziele mit kleinteiligeren Missionen abzielt, sondern mit den Formulierungen von großen Herausforderungen den Beitrag von Forschung und Innovation wieder etwas unbestimmter konzipiert. Damit wird zugleich anerkannt, dass im Falle komplexer, ungewisser und oftmals langfristiger Herausforderungen eine sehr präzise Zielbestimmung häufig gar nicht möglich ist, sondern die Festlegung orientierender und regelmäßig anzupassender »Leitplanken« einen zielführenderen Zugang darstellt. Das jeweilige Herunterbrechen auf operationale mittelfristige Ziele wäre dann ein separater Schritt innerhalb eines breiteren Missionsrahmens. Wie sich diese Veränderung langfristig auf die Lösungsorientierung der Forschungs- und Innovationspolitik auswirken wird, kann im Jahr 2023 noch nicht abgeschätzt werden.

Zu dem lösungsorientierten Anspruch der Innovationspolitik passt auch die wachsende Aufmerksamkeit, die dem Faktor Zeit beigemessen wird: Skalierung, Agilität, Diffusion, Transfer und breite Einbettung von Innovationen sind entscheidend für den Innovationserfolg (z. B. ten Hompel et al. 2019; Weber et al. 2021). Die Bedeutung von Zeit und Beschleunigung wurde nicht zuletzt auch durch die Covid-19-Pandemie deutlich. Anders formuliert, der Staat soll zunehmend die Rolle eines »Innovationstreibers« übernehmen; die Gründung der »Bundesagentur für Sprunginnovationen« ist hierfür ein deutlicher Beleg.[2] Wie zudem in verschiedenen Strategiepapieren der Bundesregierung ausgeführt wird, soll diese FuI-politische Fokussierung zugleich begleitet werden von einer Ausweitung des Akteurskreises der am Innovationsdiskurs und entsprechenden

2 Eine einordnende konzeptionelle Besprechung des Ansatzes findet sich in Cuhls et al. 2019.

Forschungsaktivitäten Beteiligten, und zwar insbesondere im Hinblick auf die Zivilgesellschaft. Insgesamt gesehen ist daher die viel diskutierte Frage nicht von der Hand zu weisen, ob und wie der Staat nicht mehr nur als Rahmensetzer, sondern als »unternehmerischer Staat« (Mazzucato 2013) agieren sollte.

Zugleich allerdings gewinnt eine explizit industriepolitische Strategiediskussion mit ausgeprägter nationaler Orientierung wachsendes Gewicht (BMWi 2019). Eingedenk der hier zum Teil beschriebenen Umwälzungen wird eine Politik angemahnt, die Kompetenzen, Kapazitäten und Wertschöpfung in Deutschland – und nur sekundär in Europa – auf Dauer sichern hilft. Unter dem Stichwort der Resilienz werden neue Argumentationsmuster sichtbar und eng mit der Diskussion um technologische Souveränität verwoben. Dieser Diskurs erkennt zwar neue Innovationskonstellationen an, ist aber in seiner Rationalität und Stoßrichtung traditionell, d. h., er fokussiert auf Wettbewerbsfähigkeit, rekurriert trotz transnationaler Innovationsdynamiken verstärkt wieder auf nationale Bezugsmuster und formuliert nur sehr bedingt eine produktive Verknüpfung zur gesellschaftlich ambitionierten, missionsorientierten Innovationspolitik.

8. Die Neupositionierung des Bildungssystems

Das Bildungssystem als zentraler Baustein eines Innovationssystems gewährleistet, dass funktionale wie extrafunktionale Kompetenzen über die primäre bis zur quartären Bildung in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft vermittelt werden. Freilich steht es dabei unter mehr oder weniger kontinuierlichem Wandlungsdruck. Denn es ist erforderlich, neue und nachgefragte Kompetenzprofile vorausschauend zu erkennen und zeitgerecht verfügbar zu machen, um die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und die Leistungsfähigkeit der Wissenschaft zu gewährleisten. Dabei wird das Bildungssystem selbst durch die Anwendung digitaler Technologien, die gleichzeitig auch Lehr- und Lerngegenstand sind, in seinen Strukturen, in der Organisation sowie der methodischen und didaktischen Gestaltung von Wissenserwerbs- und -anwendungsprozessen innoviert. Der massiv erleichterte Zugang zu multimedialen Wissensbeständen im Internet insbesondere auch mithilfe der neuen Großen Sprachsysteme, personalisierte Angebote an Lerngegenständen, neue Orte der Kompetenzvermittlung bis hin zur Enträumlichung und Virtualisierung von Lernprozessen sowie wissenschaftliche Weiterbildungsangebote auf gemeinsamen Plattformen können Lernen in seinen verschiedenen Phasen effektiv unterstützen. Zudem erfordert der schnelle technologische Fortschritt gepaart mit der Notwendigkeit zum interdisziplinären und systemischen Denken eine beschleunigte Adaption von Wissensbeständen durch neue Curricula sowie innovative Transfer- und Transformationsprozesse. Dabei werden vor allem

auch Kompetenzen für die Aneignung, schnelle Transformation und Integration interdisziplinären Wissens zum Erfolgsfaktor der Fähigkeit zu Innovation. Dies gilt insbesondere, wenn transdisziplinäre Forschungsansätze, bei denen Systemwissen, Orientierungswissen und Transformationswissen integriert zum Tragen kommen, von Bedeutung sind.

Damit verändern sich die Akteurskonstellationen im Bildungssystem: Die demografische Entwicklung mit der Folge längerer Erwerbsbiografien und eines zunehmenden Fachkräftemangels einerseits und die kurze Halbwertszeit des für Innovationen verwertbaren Wissens andererseits begründen die Notwendigkeit, vor allem in Weiterbildung und lebenslanges Lernen zu investieren. Im quartären, von privatwirtschaftlichen Akteuren getragenen Bildungssektor entwickeln sich innovative Geschäftsmodelle zur Kompetenzentwicklung, die den Weiterbildungsbedarf der Wirtschaft flexibel und zeitnah aufgreifen, aber auch als Wettbewerber bei wissenschaftlicher Weiterbildung mit bestehenden Einrichtungen konkurrieren. Diese Akteure nutzen Defizite des staatlichen Bildungssystems im Primär-, Sekundär- und tertiären Bereich für eigene kommerzielle Angebote. In diesen von digitalen Medien geprägten Settings und durch die Entkopplung der Lehr- und Lernprozesse von festen Zeiten und Orten wandeln sich Rollen und Kompetenzprofile von Institutionen und Lehrenden.

Die Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik kann die Interaktion zwischen den Akteuren der Wissenswertschöpfung erleichtern, neue Organisationsformen der Wertschöpfung wie »open innovation« oder crowd sourcing verstärken sowie das Bereitstellen von unmittelbar nutzbarem oder adaptierbarem Wissen in »Echtzeit« ermöglichen und dadurch Prozesse der Kompetenzaneignung verändern. Dem Zeitverzug bei der Diffusion von Forschungsergebnissen in die Aus- und insbesondere Weiterbildung wird damit ansatzweise begegnet. Es kommt allerdings auf eine frühzeitige und zügige Adaption neuer Wissenselemente der Forschung für Ausbildung und berufsbegleitende Weiterbildung bis hin zur unmittelbaren Nutzung am Arbeitsplatz an. Digitale Technologien eröffnen hier neue Optionen für unmittelbarere Kompetenzaneignungs- und Transformationsprozesse, beispielsweise durch Remote-Zugriffe auf Forschungsdaten, -equipment und Simulationsmodelle in der Wissenschaft.

Nicht zuletzt erfordern gerade systemische Innovationen die Fähigkeiten in der Breite der Gesellschaft, einen kenntnisbasierten Diskurs zu führen, um über Chancen und Risiken von Innovationen und deren Bedeutung für die Lösung sozioökonomischer Herausforderungen in der Gesellschaft mitentscheiden zu können. Das Bildungswesen als Teil des nationalen IS ist hier gefordert, über entsprechende Bildungs- und Weiterbildungsprozesse die Voraussetzungen für den hierfür notwendigen gesellschaftlichen Diskurs und die entsprechenden Beteiligungsaktivitäten zu schaffen.

9. Das Wissenschaftssystem unter wachsendem Leistungs- und Rechtfertigungsdruck

Insgesamt zeichnet sich das deutsche Wissenschaftssystem im internationalen Vergleich durch eine hohe Binnendifferenzierung – Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Ressortforschungseinrichtungen – aus und hat diese strukturelle Eigenart über viele Jahre relativ konstant erhalten. Gleichwohl lassen sich aktuell gegenläufige Tendenzen einer weiteren Ausdifferenzierung, etwa durch Exzellenzorientierung und Profilbildung, wie Angleichung seiner Teilsysteme (zum Beispiel bei der Frage des Promotionsrechts) beobachten. Darüber hinaus wirken unterschiedliche Treiber auf das Wissenschaftssystem ein und verändern seine Position im gesamten IS.

Neben originär wissenschaftsimmanenten Zieldimensionen des Beitrags zum Erkenntnisfortschritt und zur Ausbildung von Wissenschaftler*innen und akademischen Berufsabschlüssen werden neue Erwartungen (Beitrag zur Stärkung der Gründungsdynamik, regionale Eingebundenheit, gesellschaftliche Wirkungen, Beitrag zu einer nachhaltigen Transformation) an das Wissenschaftssystem gestellt, die zum Beispiel unter dem Stichwort der »dritten Mission« zusammengefasst werden können und auch die aktuelle Diskussion um eine Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI) stark beeinflusst haben.[3]

Der Ruf nach der dritten Mission kann auch als Indikator dafür verstanden werden, dass sich das Wissenschaftssystem immer weniger der stärker werdenden gesellschaftlichen und politischen Anforderungen erwehren kann, die seine, über die letzten Jahrzehnte genossene hohe Autonomie – und öffentliche Finanzierung – infrage stellen. Konkret sieht sich das Wissenschaftssystem mit stärkeren Regulierungs- und Steuerungsanforderungen konfrontiert, die sich in Zielvereinbarungen, Evaluationen, Rankings etc. ausdrücken. Hierin zeigt sich die weitere Ausdifferenzierung der unterschiedlichen Zieldimensionen, denen das Wissenschaftssystem gerecht werden soll.

Das deutsche Wissenschaftssystem sieht sich zugleich immer stärker auch in internationale Kontexte eingebettet, die zum Beispiel die Konkurrenz um Spitzenwissenschaftler oder die Einwirkung europäischer Wissenschaftspolitik betreffen. Der Krieg in der Ukraine hat zudem bisherige Vorstellungen von Science Diplomacy und internationaler wissenschaftlicher Kooperation in Frage gestellt (Allianz der Wissenschaftsorganisationen 2022).

---

3 Vergleiche https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/dati/deutsche-agentur-fuer-transfer-und-innovation_node.html, zuletzt geprüft am 19.07.2023

Auch innerhalb des föderalen deutschen Wissenschaftssystems werden Veränderungstrends wie die zunehmende Rolle des Bundes spürbar, die zu komplexeren Governance-Anforderungen führen. Den neuen Anforderungen steht eine prekärer werdende Ressourcenausstattung gegenüber. Die Akademisierung der Bildung und eine kritische Finanzierungssituation haben das Wissenschaftssystem zum Teil an Leistungsgrenzen gebracht und seine Attraktivität für den wissenschaftlichen Nachwuchs beeinträchtigt. Mit Reformprozessen wie der Einführung von Tenure-Track-Optionen wird hier versucht gegenzusteuern.

Schließlich haben auch Digitalisierungseffekte erste Veränderungen im Wissenschaftssystem gezeitigt (neue Forschungsmethoden, Open Research Data/Forschungsdaten-Management, digitale Hochschulbildung und Lehre, Diskussion um Open Access, Nutzung von Preprint-Servern etc.), die durch den Digitalisierungsschub der Covid-19-Pandemie weiter beschleunigt wurden. Im Moment werden diese Technologien insbesondere für eine Effizienzsteigerung eingesetzt. Inwiefern hier der Prozess der wissenschaftlichen Forschung selbst im Kern durch Digitalisierung verändert wird, ist heute nur in ersten Ansätzen abzusehen.

Spätestens seit der Covid-19-Pandemie stehen das Wissenschafts- und Bildungssystem unter einem doppelten und zugleich widersprüchlichen Druck: Zum einen nehmen die Erwartungen an und der Effizienzdruck auf die Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems zu. Zum anderen ist das Vertrauen in die Wissenschaft und ihre Leistungsfähigkeit über die letzten Jahrzehnte (und zuletzt durch den Einbruch des Unvorhergesehenen der Pandemie) in vielerlei Hinsicht erschüttert worden. Insofern gerät gerade auch Wissenschaft zunehmend unter Rechtfertigungsdruck und alte, wissenschaftlich begründete kollektive Gewissheiten werden infrage gestellt (Münkler/Münkler 2020).

10. Zur Struktur der folgenden Beiträge

Die leitende Frage nach dem Wandel des nationalen IS und die damit verbundenen Entwicklungsperspektiven und innovationspolitischen Maßnahmen soll im Folgenden in drei großen thematisch zugespitzten Teilen diskutiert werden. Zu diesen drei Teilen haben wissenschaftlich und innovationspolitisch ausgewiesene und renommierte Autorinnen und Autoren aus der Sicht ihres jeweiligen Fachgebiets zu den Herausforderungen des Wandels des IS Stellung bezogen. Damit stellen sie vor allem auch Hinweise und Orientierungen zu seiner Weiterentwicklung zur Diskussion.

Im ersten Teil des Buches werden die angesprochenen Wandlungstendenzen des IS in ihrer Widersprüchlichkeit diskutiert. Genauer analysiert werden die Triebkräfte, Dynamiken und Beharrungskräfte des bislang industriell geprägten

IS in Deutschland. Deutlich wird dabei, dass es sich bei dem Wandel um einen sehr voraussetzungsvollen Prozess handelt, dessen Ausgang und Konsequenzen derzeit nicht absehbar sind.

Mit dem zweiten Teil des Buches wird ein differenzierterer Blick auf die Veränderungsdynamik des IS gerichtet. Dies ist insbesondere deswegen wichtig, weil die Tendenzen in und Schnittstellen zu anderen, komplementären gesellschaftlichen Teilsystemen betrachtet werden. Dieses Wechselspiel mit anderen Teilsystemen prägt wichtige Voraussetzungen, die die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des Innovationssystems mitbestimmen. Eingegangen wird dabei besonders auf das Bildungssystem und das Wissenschaftssystem sowie auf neue Ansätze beim Wissenstransfer und auf die Entwicklung der FuE-Finanzierung.

Der dritte Teil des Buches wendet sich schließlich den sich verändernden Anforderungen an Governance zu, die sich aus den in den ersten beiden Teilen beschriebenen Veränderungsprozesse ergeben. In einer zunehmend unübersichtlichen Entwicklung von Systemen mit gleichzeitig zugenommener Steuerungsambition des Staates sind Governance-Fragen besonders virulent. Es geht hierbei um neuere Ansätze zur experimentellen Steuerung (Reallabore), um den Bedarf an und Umsetzung von agilem Regieren sowie um die verschiedenen Ansätze der Steuerung von Innovationsökosystemen auf kommunaler und nationaler Ebene. Zudem verlangen die Komplexität des Systemwandels und die Akzeptanz von politischen Entscheidung nach Methoden der Citizen Science und deliberativer Bürgerbeteiligungsverfahren. Und schließlich wird am Beispiel des Innovationssystems für Nachhaltigkeit deutlich, dass unterschiedliche funktionale Innovationssysteme unterschiedliche Governance-Anforderungen haben.

Literatur

Allianz der Wissenschaftsorganisationen (2022): Solidarität mit Partnern in der Ukraine – Konsequenzen für die Wissenschaft. Stellungnahme. Online verfügbar unter https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/allianz/220225_statement_allianz_ukraine.pdf), zuletzt geprüft am 19.07.2023.

Bateman, J. (2022): »US-China technological ›Decoupling‹: a strategy and policy framework.«

Bender, Gerd (2005): »Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess«. In: *ZfS* 34/3, S. 170–187.

Bertschek, I. (2020): Digitalisierung — der Corona-Impfstoff für die Wirtschaft. Wirtschaftsdienst 100, 653–656. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/s10273-020-2732-1, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2023): Zukunftsstrategie für Forschung und Innovation. Berlin.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2019): Industriestrategie 2030, Berlin.

Borràs, S.; Edler, J. (2020): The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation. In: *Research Policy* 49(5), 103971.

Boes, A.; Langes, B.; Vogl, E. (2019): Die Cloud als Wegbereiter des Paradigmenwechsels zur Informationsökonomie. In: Boes, A.; Langes, B. (Hrsg.): Die Cloud und der digitale Umbruch in Wirtschaft und Arbeit. Strategien, Best Practices und Gestaltungsimpulse, Freiburg: Haufe, S. 115–146.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik. Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis, Nr. 67, Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.

Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2014): The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, New York/London.

Cuhls, K.; Edler, J.; Koschatzky, K. (2019): Sprunginnovationen: Konzeptionelle Grundlagen und Folgerungen für die Förderung in Deutschland. Kurzstudie. Online verfügbar unter http://publica.fraunhofer.de/documents/N-555002.html, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

De Groote, J. K.; Backmann, J. (2019): »Initiating open innovation collaborations between incumbents and startups: How can David and Goliath get along?«. In: *International Journal of Innovation Management* 24(02), S. 1–33.

Edler, J.; Blind, K.; Frietsch, R.; Kimpeler, S.; Kroll, H.; Lerch, C.; Reiss, T.; Roth, F.; Schubert, T.; Schuler, J.; Walz, R. (2020): Technologiesouveränität – Von der Forderung zum Konzept, Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.

EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2010): Gutachten 2010, Berlin.

EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2021): Gutachten 2021, Berlin.

European Chamber of Commerce (2022): Decoupling: Severed Ties and Patchwork Globalisation; Brussels.

EU (European Commission) (2020): On Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust. White Paper, Communication from the Commission, COM (2020) 65 final. Brüssel. Online verfügbar unter https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

Hightech Forum (2019): Soziale Innovation. Online verfügbar unter https://www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hightech-forum_impulspapier_soziale_innovationen-4.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzmann, S.; Scott, P.; Trow, M. (1994): The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies, London.

Gornig, M.; Belitz, H.; Geppert, K.; Löckener, R.; Schiersch, A.; Werwatz, A. (2018): »Industrie in der Stadt: Wachstumsmotor mit Zukunft«. In: *DIW Wochenbericht* 47, Berlin.

Granstrand, O.; Holgersson, M. (2020): »Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition«. In: *Technovation* Vol. 90–91, 102098.

Hahn, K.; Kuhlmann, S. (2018): Offene Innovationskulturen schaffen. Kollektive Antizipation und Experimentieren als Herausforderung und Möglichkeit für Innovationspolitik. Abschlussbericht Projekt AntEx. Online verfügbar unter https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT:1028648863/Offene-Innovationskulturen-schaffen-Kollektive?cHash=be5 f098332934673a26b0c1c887bdba7, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

Hirsch-Kreinsen, H. (2023): Künstliche Intelligenz und Wandel des Innovationssystems. Beiträge zur Forschung, Sozialforschungsstelle TU Dortmund.

Howaldt, J.; Kreibich, M.; Streicher, J.; Thiem, C. (Hg.) (2022): Zukunft gestalten mit Sozialen Innovationen – Neue Herausforderungen für Politik, Gesellschaft und Wirtschaft. Campus Verlag, Frankfurt am Main.

Kortmann, B.; Schulze, G. G. (Hg.) (2020): Jenseits von Corona. Bielefeld: Transcript.

Kuhlmann, S.; Rip, A. (2018): »Next Generation Innovation Policy and Grand Challenges«. In: *Science and Public Policy* 45(4), S. 448–454.

Münkler, H.; Münkler, M. (2020): Der Einbruch des Unvorhersehbaren und wie wir uns zukünftig darauf vorbereiten sollten. In: Kortmann, B.; Schulze, G. G. (Hg.) (2020): Jenseits von Corona. Bielefeld: Transcript, S. 101–108.

Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (2001): Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty. Cambridge: Polity.

ten Hompel, M.; Anderl, R.; Schöning, H. (2019): Schneller zum Markterfolg. Memorandum des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0. München.

Warnke, P.; Koschatzky, K.; Dönitz, E.; Zenker, A.; Stahlecker, T.; Som, O.; Cuhls, K.; Güth, S. (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions. No. 49. Fraunhofer ISI Discussion Papers-Innovation Systems and Policy Analysis.

Weber, M.; Biegelbauer, P.; Brodnik, C.; Dachs, B.; Dreher, C.; Kovac, M.; Pulenkova, E.; Schartinger, D.; Schwäbe, C. (2021): Agilität in der F&I-Politik: Konzept, Definition, Operationalisierung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 8–2021. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.

Wessels, J. (2020): Zwölf Thesen zu den Auswirkungen der Corona-Pandemie auf das deutsche Innovationssystem. Working Paper of the Institute for Innovation and Technology Nr. 51. Berlin: Institut für Innovation und Technik. Online verfügbar unter https://www.iit-berlin.de/iit-docs/4b8adb54b9214d9698bc322803fe547d_2020_07_iit-perspektive_Nr_51.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2023.

West, J.; Salter, A.; Vanhaverbeke, W.; Chesbrough, H. (2014): »Open innovation: The next decade«. In: *Research Policy* 43(5), S. 805–811.

Teil I:
Das Innovationsystem im Wandel: Triebkräfte, Beharrungsvermögen und Dynamik

Einleitung

Das deutsche Innovationssystem befindet sich in einer ambivalenten Situation zwischen Wandel und Beharrung.

Auf der einen Seite gibt es vielfältigen Wandlungsdruck auf die Bedingungen, unter denen Innovationen generiert werden. Zentrale Ursachen sind, wie in Kapitel 1 diskutiert, die Anforderungen neuer Technologien und vor allem auch der Druck gesellschaftlicher und ökologischer Herausforderungen. Dazu gehören die steigende Bedeutung interdisziplinärer Innovationskooperationen und sich öffnende Sektorgrenzen, agile und offene unternehmerische Innovationsstrategien sowie neue, einflussreiche Innovationsakteure – so die Hauptthesen dieses Sammelbands. Diese Perspektive fokussiert den durchaus voraussetzungsvollen Wandel des Innovationssystems, bei dem etablierte Pfade verlassen und neue Wege eingeschlagen werden.

Auf der anderen Seite aber ist nicht zu erwarten, dass sich das Innovationssystem in seiner Gesamtheit durchgreifend wandelt. Denn seine strukturellen und institutionellen Bedingungen zeichnen sich durch eine tradierte hohe Beständigkeit aus. Diese Ambivalenz von Beharrungsvermögen und Wandel des deutschen Innovationssystems spiegelt sich in den unterschiedlichen Beiträgen des Kapitels wider: Som und Kollegen verweisen in ihrem Artikel auf die nach wie vor gravierenden Schwierigkeiten, vor denen KMU stehen, wenn es darum geht, trotz begrenzter Ressourcen neues Wissen zu erschließen. Potenziale von Open-Source-Lösungen, die aufgrund von Beharrungsvermögen in etablierten Paradigmen nicht genutzt werden, sind nur ein Beispiel, das zeigt, wie stark die Industrie in ihrem etablierten Wertschöpfungsparadigma verhaftet ist, so Michael Henke und Carina Culotta. Andreas Boes und Barbara Langes bestätigen dieses Beharrungsvermögen der deutschen Industrie und illustrieren ihre Analysen am Beispiel der Automobilindustrie. Innovationspraktiken und -strategien werden hier von etablierten, sektorspezifischen Innovationspfaden und Akteuren mit ingenieurwissenschaftlichem Hintergrund dominiert.

An das Argument von Boes und Langes, dass Paradigmenwechsel voraussetzungsvolle Prozesse sind, schließen Henke und Culotta in ihrem Beitrag an und identifizieren ähnlich wie Som et al. Intermediäre als Möglichkeit, um Beharrungsvermögen zu überwinden. Als entscheidenden Faktor sehen sie ein spezifisches »Mind Set« für plattformbasierte Wertschöpfungslogiken. Dieses Mind Set ist eine Grundbedingung dafür, dass etablierte Pfade verlassen werden und sich Wandel tatsächlich realisiert. Dabei ist es jedoch nur ein Bestandteil von Wandel. Letztlich ist es die Kombination aus technischen Innovationen, neuen plattformbasierten Geschäftsmodellen und einem grundlegend verändertem Verständnis von Wertschöpfung. Am Beispiel von Plattformlösungen illustrieren sie, warum sich diese in der Industrie bislang kaum durchsetzen konnten. Ihr Argument: Das mit großen Zweifeln belegte Open-Source-Konzept wird als Koordinationsmechanismus von Plattformlösungen vorausgesetzt, um die ebenso ungewollten Monopolstellungen einzelner Unternehmen zu vermeiden. Dabei stellen auf Open Source basierende Plattformen nicht nur die technische Infrastruktur, sondern fungieren vielmehr als Intermediäre, die neue und etablierte Partner zusammenbringen und neue Geschäftsmodelle etablieren. Auch Oliver Som, Christoph Zanker und Antje Bierwisch identifizieren Intermediäre als wichtige Vermittlungsinstanz für neue Kooperationsformen. In ihrem Fall sind es keine Technologien, sondern intermediäre Akteure, die über Fähigkeiten verfügen, mit denen sie Start-ups und industrielle KMUs bei Matchmaking-Events zusammenbringen. Die Intermediäre fungieren als Vermittler und Vertrauensinstanz für die neue, ungewohnte Form der Innovationskooperation von KMU und Start-ups. Auf diese Weise sind Intermediäre sowohl Treiber von Wandel im Innovationssystem als auch ein Teil der strukturellen Veränderung im Innovationssystem.

Sabine Herlitschka geht in ihrer Argumentation einen Schritt weiter. Sie sieht in dem Beharrungsvermögen der vergangenen Jahre einen Fehler. Im Sinne einer »Souveränitätswende« sollen Chancen ergriffen werden, um den Zugang zu Knowhow, Technologien, Daten, Rohstoffen und Fachkräften zu sichern. Dabei ist es für Ina Schieferdecker und Sabine Herlitschka ein zentrales Argument, dass technologische Souveränität kein nationales Autarkieprogramm ist, sondern vielmehr Technologie und spezifische Fähigkeiten im Innovationssystem aufbaut und in Abstimmung mit europäischen und internationalen Partnern etabliert. Welche technologischen Schwerpunkte dabei gesetzt werden, ist nach Ansicht von Schieferdecker immer auch ein gesellschaftlich-integrativer Prozess. Mit ihrer Argumentation führt auch sie zu einem ebenso breiten und transdisziplinären Verständnis von Innovationspolitik und letztlich von Innovationsprozessen selbst.

Zusammenfassend: Innovationspolitisch und unternehmensstrategisch wird die Frage zu beantworten sein, wie viel Stabilität notwendig ist und wie viel Wandel das Innovationssystem aufnehmen kann und realisieren muss. Daran ori-

entiert, können Fragen nach der Intensität politischer Einflussnahme und deren Schwerpunkten in einem diskursiven Prozess ausgehandelt werden.

Liebe auf den ersten Blick? Potenziale und Herausforderungen von Matchmaking-Events zwischen etablierten Industrieunternehmen und Hightech-Start-ups[1]

Oliver Som, Christoph Zanker, Antje Bierwisch

1. Einleitung

Die Bewältigung aktueller und zukünftiger wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen wie der Klimakrise, des Verlusts der biologischen Vielfalt und Erschöpfung der natürlichen Ressourcen, globaler Gesundheitsgefahren oder der digitalen Transformation erfordert tiefgreifende Veränderungen in bestehenden soziotechnischen Systemen, einschließlich der damit verbundenen Technologien, Politiken, Märkte, Verbraucher- und Geschäftspraktiken, kulturellen Bedeutungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse (Geels 2011). Unternehmen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU), stellt das vor große Herausforderungen, da das zur Bewältigung dieser teilweise disruptiven Veränderungen benötigte (Technologie-)Wissen häufig nicht auf bestehenden Wissensbeständen, Erfahrungen, etablierten sozioökonomischen Praktiken, Lösungsmustern oder gewachsenen Akteursnetzwerken aufbaut (Christensen 1997; Matzler 2016). Bestehende Strategien, Spezialisierungen und Kernkompetenzen etablierter Unternehmen werden im Kontext disruptiver Transformationsprozesse teilweise sogar dysfunktional (im Sinne von »Core Rigidities«) und blockieren notwendige Innovationsaktivitäten von Unternehmen (Leonhard-Barton 1992).

Im Falle der digitalen Transformation wird die Entwicklung neuer digitaler Lösungen und Innovationen beispielsweise zu weiten Teilen durch technologieorientierte Start-ups (»Tech-Start-ups«) aus der Informations-, Kommunikations- oder Softwarebranche oder Spin-offs großer internationaler Technologiekonzernen getrieben (Sørensen/Stuart 2000; Palmié et al. 2021; Christensen 1997). Sie entziehen

1 Der vorliegende Beitrag basiert zu großen Teilen auf den hervorragenden Masterarbeiten der MCI-Alumnae Antonia Cramer und Victoria Tollinger. Weiterhin gilt unser Dank den Herausgeber*innen dieses Sammelbands für ihre wertvollen Anregungen und Hinweise. Abschließend danken wir der Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg und dem VDMA für die Unterstützung bei der Datenerhebung des Matchmaking-Events »Startup the Future 2019«.

sich dadurch vor allem in frühen Phasen der technologischen Diffusion häufig den etablierten Wissenstransferkanälen und Transfernetzwerken bestehender Unternehmen – und letztendlich auch den langfristig gewachsenen Strukturen und Interaktionsmustern von Innovationssystemen mit ihren Kernbranchen und -technologien.

Während große Unternehmen häufig aus eigener Kraft die Wissensträger und Kernakteure neuer digitaler Technologien außerhalb der eigenen Organisation systematisch identifizieren und sich im Bedarfsfall mittels Kooperationen, Zusammenschlüssen oder Zukauf von Hightech-Start-ups und Spin-offs rasch Zugang zu den erforderlichen neuen Wissensbeständen verschaffen können (Andersson/Xiao 2016), stellt dies für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) aufgrund begrenzter finanzieller, personeller und fachlicher Kompetenzen eine große Hürde dar. In der Folge gelingt es vielen KMU nicht aus eigener Kraft, Zugang zu für die Bewältigung der digitalen Transformation notwendigen Technologien und Wissensbeständen zu erlangen. Selbst wenn es Bestandsunternehmen gelingt, Hightech-Start-ups als potenzielle Kooperationspartner zu identifizieren, stellt die unterschiedliche Denklogik von Start-ups (technologieorientiert) für etablierte Bestandsunternehmen (lösungs- bzw. anwendungsorientiert) häufig ein erhebliches Hindernis dar, da Letztere ihre Innovationsimpulse überwiegend von vor- oder nachgelagerten Wertschöpfungspartnern beziehen (Som et al. 2018).

Auf der Ebene des Innovationssystems bringt dies die Gefahr mit sich, dass etablierte KMU die Geschwindigkeit der technologischen Transformationen nicht mitgehen können und in ihrer Rolle als Technologiepartner der Großunternehmen an Leistungsfähigkeit einbüßen. Um die Funktions- und Wettbewerbsfähigkeit des Innovationssystems aufrechterhalten zu können, bringen Unternehmen, Intermediäre, Politik und Forschungseinrichtungen neue Praktiken, Kooperationsformen und Wissenskanäle hervor, mit denen versucht wird, den veränderten Anforderungen des Innovationsgeschehens wie Interdisziplinarität, Akteursoffenheit oder der Sektor-, Branchen- und Technologiekonvergenz gerecht zu werden (Botthof et al. 2020). Ein Beispiel hierfür sind »Matchmaking-Events« zur Initiierung und Unterstützung des Wissenstransfers in Form von branchen- und technologieübergreifenden Innovationskooperationen zwischen Bestandsunternehmen und Hightech-Start-ups. Diese werden meist von privaten und/oder öffentlichen intermediären Organisationen durchgeführt. Ziel ist es, die für KMU mit der Identifikation und Anbahnung von Innovationskooperationen mit Start-ups verbundenen Transaktionskosten durch dieses Veranstaltungsformat zu reduzieren und die hohe Asymmetrie der Partner durch begleitende Dienstleistungs- und Unterstützungsangebote abzumildern (Minshall et al. 2010; Howells 2006; Nooteboom 2010). In den letzten Jahren hat sich, nicht zuletzt aufgrund der steigenden Anzahl, eine Reihe von wissenschaftlichen Arbeiten mit Matchmaking-

Events zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups und der damit verbundenen Rolle von intermediären Organisationen beschäftigt (zum Beispiel Ma et al. 2014; DeGroote/Backmann 2020; Katzy et al. 2013; Usman/Vanhaverbeke 2017; Kivimaa et al. 2019; Kanda et al. 2019). Das Gros dieser Arbeiten beschäftigt sich mit konzeptionellen Überlegungen zu Matchmaking-Events und der Funktion intermediärer Organisationen als Veranstalter und Vermittler (zum Beispiel Becker et al. 2018; Bannerjee et al. 2016; Hakanson et al. 2011; Gassmann et al. 2011), der Untersuchung von branchenübergreifenden Innovationskooperationen zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen allgemein (zum Beispiel Becker et al. 2018; Löher et al. 2017; Müller et al. 2018; Oughton et al. 2013; Weiblen/Chesbrough 2015), der Bedeutung des Vertrauens in die intermediäre Organisation (Harland/Nienaber 2014), der Auswahl geeigneter Partner (Das/He 2006; De Groote/Backmann 2020; Katzy et al. 2013) sowie der durch die organisatorische Asymmetrie (Onetti 2021; Engels/Röhl 2019; Kask/Linton 2013; Minshall et al. 2010; Hahn 2013) und kognitive Distanz (Nooteboom et al. 2006; Nooteboom 1999, 2010; Miller et al. 2007) der involvierten Kooperationspartner entstehenden Herausforderungen.

Weitgehend unbeachtet ist hingegen die Frage, ob und inwiefern derartige Matchmaking-Events aus Sicht der teilnehmenden Start-ups und etablierten Industrieunternehmen einen Nutzen darstellen und inwiefern die Partner von der Teilnahme an solchen Events kurz-, vor allem aber mittel- bis langfristig profitieren. Ebenfalls stellt sich die Frage, inwiefern die Ausgestaltung bzw. die Merkmale von Matchmaking-Events den wahrgenommenen Nutzen der teilnehmenden Unternehmen beeinflussen.

Dieser Beitrag schließt direkt an diese Forschungslücke an und präsentiert erste empirische Befunde zum wahrgenommenen Nutzen von Matchmaking-Events sowie der Rolle und Funktion intermediärer Organisationen und deren Einfluss auf den Erfolg solcher Events. Die vorgestellten Ergebnisse basieren im Wesentlichen auf der Ex-post-Evaluierung (Bierwisch et al. 2021) des Matchmaking-Events »Startup the Future 2019«, das vom VDMA Baden-Württemberg und der Geschäftsstelle der »Allianz Industrie 4.0« veranstaltet und durchgeführt wurde. Im Rahmen der Diskussion werden die Ergebnisse mit zusätzlichen Befunden qualitativer Untersuchungen weiterer europäischer Matchmaking-Events kontrastiert (Som/Krebs 2021).

Im Kontext des vorliegenden Sammelbandes zielt der Beitrag insbesondere darauf ab, die wissenschaftliche und innovationspolitische Debatte (1) zur veränderten oder gar neuen Rolle von intermediären Organisationen und (2) zur wirkungsvollen Ausgestaltung derartiger »Matchmaking-Events« im Rahmen aktueller und zukünftiger Transformationsprozesse des deutschen Innovationssystems anzustoßen. Darüber hinaus möchten die Autor*innen am Ende mögliche Eckpunkte der weiteren Forschungsagenda zu Matchmaking-Events skizzieren

sowie für intermediäre Organisationen auf Basis der bisherigen Befunde bereits erste Gestaltungsempfehlungen für, von den teilnehmenden Unternehmen als nutzenstiftend wahrgenommene, Matchmaking-Events formulieren.

2. Theoretischer Rahmen

2.1 Innovationskooperationen zwischen Hightech-Start-ups und Bestandsunternehmen

Partnerschaften zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups bieten für beide Seiten große Vorteile. In der Literatur werden unterschiedliche Motive solcher Partnerschaften angeführt.

1. *Überwindung strategischer Herausforderungen:* Kooperationen mit Start-ups können Bestandsunternehmen helfen, die Chancen der digitalen Transformation zu nutzen (Becker et al. 2018; ifM 2018; Wallisch/Hemeda 2018; Wrobel et al. 2017) und ihre Innovationsfähigkeit in neuen Technologie- und Anwendungsfeldern und in der Geschwindigkeit grundlegend zu stärken (Ketchen et al. 2007; Vanhaverbeke et al. 2012; Engels/Röhl 2019) und schließlich ihre strategische Position auf dem Markt zu schützen (WEF 2018). Das strategische Motiv der Start-ups liegt auf der Erschließung neuer Anwendungspartner, Absatzmärkte (Partanen et al. 2014) und/oder finanzieller Ressourcen jenseits institutionalisierter Risikokapitalgeber (WEF 2018; Accenture 2015; Bannerjee et al. 2016) und damit in erster Linie auf Wachstum, Akzeptanz und Etablierung auf dem Markt (DeGroote/Backmann 2020).
2. *Zugang zu neuem Wissen und Ressourcen außerhalb der bestehenden Organisation:* Start-ups erhoffen sich einen entscheidenden Zugang zu Vertriebsnetzen (Accenture 2015), Kundenstämmen und neuen Märkten (Bannerjee et al. 2016; Becker et al. 2018; Prashantham/Birkinshaw 2008), Bestandsunternehmen hingegen vorrangig zu neuen Technologiefeldern bzw. neuen Wissensdomänen. Nicht zu unterschätzen für etablierte Unternehmen ist der Zugang zu neuen Talentpools (Alvarez/Barney 2001; Engels/Röhl 2019) sowie ein positiver »Anstrich« für ein junges bzw. innovatives Unternehmensimage.
3. *Potenzial für organisatorisches Lernen:* Die kulturellen und organisationalen Unterschiede zwischen etablierten Unternehmen und Tech-Start-ups bringen hohes Lernpotenzial im Hinblick auf Managementpraktiken, Lösungswegen und Innovationskultur mit sich. Etablierter Unternehmen können vor allem von neuen, auf Agilität fokussierten Innovationsmustern der Start-ups profitieren, indem sie bestimmte Prozesse und Techniken in ihrer Organisation

adaptieren. Demgegenüber kann für Start-ups das Wissen über Branchenstandards, stabile und auf den gesamten Lebenszyklus des Leistungsangebots ausgelegte Innovationsprozesse sowie über Vertriebsstrukturen und -prozesse sehr nutzenstiftend sein (Baumol 2002).

Das Ausmaß, in welchem die Unternehmen im Sinne einer »David-Goliath-Symbiose« (Baumol 2002) voneinander profitierten, hängt wesentlich von der Absorptionsfähigkeit des Unternehmens ab, das heißt von der Fähigkeit des Unternehmens, externes Wissen zu nutzen und dieses Wissen zu assimilieren, es in die Wissensbasis des Unternehmens zu integrieren und somit den Wissensbestand des Unternehmens zu erhöhen (Powell et al. 1996; Grimaldi et al. 2013). Nutzenstiftend, aber gleichsam kritisch können sich dabei die strukturellen Unterschiedlichkeiten zwischen den Partnern erweisen.

2.2 Herausforderung: Strukturelle Unterschiedlichkeiten der Kooperationspartner

Kooperationen zwischen etablierten Unternehmen und Start-ups werden häufig als »asymmetrische Partnerschaften« (Minshall et al. 2008: 398) verortet. Der Begriff der Asymmetrie bezieht sich hierbei auf die unterschiedlichen Rahmenbedingungen, Strukturen, Denk- und Arbeitsweisen, Ressourcen, Fähigkeiten und Erfahrungen der beteiligten Unternehmen (Onetti 2021; Bannerjee et al. 2016; Löher et al. 2017) (Tabelle 1).

Merkmal	Bestandsunternehmen	Start-ups
Strategie		
strategische Ziele	– Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit	– grundsätzliche Veränderung bestehender Märkte bzw. Schaffung neuer Märkte
strategische Planung	– Mittel bis langfristig	– kurz- bis mittelfristig; opportunistisch
Annahmen über die Zukunft	– Zukunft als Fortschreibung der Vergangenheit bzw. Gegenwart	– Zukunft ist radikal anders

Struktur		
Ressourcen	– bestehende Errungenschaften (z. B. Produktion, Marketing, Vertrieb und Logistik) – Meist positiver Cash-Flow und Kapitalquote, hohe Kreditwürdigkeit durch Eigenkapital	– begrenzte Ressourcenausstattung – hohe Abhängigkeit von externem Kapital – Kernressource ist Geschäftsmodell und/oder Innovation
Organisation	– hierarchisch, bürokratisch, formell, funktional, fragmentiert, unflexibel	– flach, klar, informell, flexibel, agil
Kommunikation	– vertikale Regelkommunikation, langsam, anfällig für Störungen, kaum funktionsübergreifend	– häufige und informelle Kommunikation quer über Funktionen oder Ebenen
Entscheidungsfindung	– langsam, konsensorientiert, dezentralisiert auf mittlerer Ebene	– schnell, flexibel, (meist) zentralisiert (Gründer/Unternehmer), Offenhalten von Optionen
Kultur		
Unternehmenskultur	– konservativ, risikoavers, ablehnend gegenüber Veränderung und Wandel – Fokus auf Kosten und Kontrolle – analytisch und vorsichtig	– innovativ, risikoorientiert, Wandel und Veränderung als positiver Zustand – Fokus auf Technologie, Funktionen und Leistung – intuitiv und wagnisorientiert
Führungskultur	– hohe Beschäftigtenorientierung, Vermeidung von hoher Fluktuation und Senioritätsprinzip	– junge, motivierte Talente – Leistungsprinzip
Prozesse		
Geschwindigkeit	– langzyklische Prozesse, langsam	– kurzzyklische Prozesse, schnell
Innovation	– eher inkrementelle Verbesserungen – sequenzielles, lineares Management von Innovationsprozessen, Vermeidung von Fehlern	– radikale (disruptive) Innovationsideen – rasche Umsetzung und Implementierung, Prototyping und Lernen aus Fehlern, zyklisches Innovationsmanagement

Tab. 1: Asymmetrie zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen (idealtypische Gegenüberstellung)
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Löher et al. (2017), Jackson/Richter (2017), Minshall (2003, Partanen (2014), Alvarez/Barney (2001), Mercandetti et al. (2017), Vanhaverbeke et al. (2012), Das/ He (2006), Onetti (2021), Hahn (2013).

Die Gesamtheit dieser unterschiedlichen Asymmetrien wird in der Literatur auch unter dem Konzept der kognitiven Distanz subsummiert (Nooteboom 2010). Die Wirkung der kognitiven Distanz folgt einer umgekehrten U-förmigen Funktion (Nooteboom 2006). Demnach gibt es einen »optimalen« Grad der kognitiven Distanz, bei dem die Innovationsleistung kooperierender Unternehmen maximal ist. Eine zu geringe kognitive Distanz führt zu einer geringeren Innovationsleistung aufgrund von redundanten Wissensbeständen der Partner. Eine zu große Distanz resultiert aufgrund des mangelnden gegenseitigen Verständnisses und der nicht mehr gegebenen Anschlussfähigkeit der Kooperationspartner entsprechend ebenfalls in einer geringeren Innovationsleistung. Die große kognitive Distanz zwischen Bestandsunternehmen und Tech-Start-ups resultiert in einer Reihe von Herausforderungen für die Anbahnung und Aufnahme von Kooperationsbeziehungen (Bannerjee et al. 2016; Minshall et al. 2010; Islam et al. 2017; Löher et al. 2017):

- *Suchproblem:* Start-ups und etablierte Unternehmen sind häufig in unterschiedlichen Netzwerken aktiv, zudem haben Start-ups aufgrund ihres geringen Alters und der geringen Größe eine geringe Sichtbarkeit. Demzufolge ist es für Bestandsunternehmen oft kompliziert, geeignete Start-ups zu identifizieren. Für Start-ups ist es im Gegenzug schwierig, den richtigen Zugang zu fachlichen wie organisatorischen Entscheidungsträger*innen innerhalb eines etablierten Unternehmens zu finden.
- *Kommunikationsproblem:* Tech-Start-ups sind meist technologiegetrieben und stehen vor der Herausforderung, dass die etablierten Unternehmen ihre Technologie, ihr Produkt oder ihre Dienstleistung nicht vollständig verstehen. Die etablierten Unternehmen auf der anderen Seite sind meist lösungsorientiert und kritisieren, dass Start-ups nicht in der Lage seien, das Anwendungs- und Nutzenpotenzial ihrer Lösung für das etablierte Unternehmen spezifisch zu kommunizieren.
- *Kulturell-mentale Probleme:* Während die Arbeitsweise eines Start-ups auf Agilität, Flexibilität und einer Trial-and-Error-Kultur basiert, beruhen etablierte Unternehmenskulturen stärker auf bewährten Routinen und Stabilität. Weiterhin verfügen Start-ups als sehr kleine und agile Organisationen über eher kurze Entscheidungsprozess. Im Gegensatz dazu verfügen etablierte Unternehmen über formalisierte Entscheidungsprozesse und sind zudem an marktübliche Standards und Normen gebunden. Etablierte Unternehmen konzentrieren sich zudem stärker auf langfristige Ziele und müssen strategische Entscheidungen fundiert absichern, während Start-ups sich auf kurzfristige Ziele und die schnelle Durchführung von Maßnahmen konzentrieren, um ihr Überleben zu sichern.

– *Vertrauens- und Informationsproblem:* Aufgrund der unterschiedlichen Größe und der ungleichen Verteilung von Macht, Erfahrungswerten und spezifischem Wissen besteht zwischen Start-ups und etablierten Unternehmen häufig ein Vertrauensproblem. Während für Start-ups das Risiko besteht, durch die dominante Position des Bestandsunternehmens Wissen und Know-how zu verlieren, haben etablierte Unternehmen das Problem, dass es gerade bei jungen Start-ups kaum Referenzen und Nachweise der Leistungsfähigkeit gibt. Diese Herausforderung wird durch das Informationsproblem noch verschärft, da ein Mangel an gegenseitigem Vertrauen auch den Informationsfluss zwischen den Partnern einschränkt.

Unternehmen sind von diesen Herausforderungen und Asymmetrien in Abhängigkeit ihrer bestehenden Innovationsstrategie unterschiedlich stark betroffen. Beispielsweise verfügen stark technologieorientierte Unternehmen bereits häufiger über Innovationskooperationen mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen oder Hightech-Start-ups aus der eigenen oder benachbarten Branche (Som et al. 2018; Jensen et al. 2007), was in einer höheren Wissensabsorptionsfähigkeit resultiert (Weidner et al. 2022). Unternehmen mit geringerer FuE-Intensität – häufig KMU –, die sich zumeist über eher inkrementelle Produkt- oder Prozessverbesserungen im Wettbewerb positionieren, beziehen Innovationsimpulse häufiger von vor- oder nachgelagerten Wertschöpfungspartnern ihrer Branche (Hirsch-Kreinsen 2007; Som 2012). Dementsprechend ist anzunehmen, dass diese Unternehmen in höherem Maße von den Herausforderungen asymmetrischer Innovationskooperationen betroffen sind. Im Kontext des vorliegenden Beitrags stellt sich folglich die Frage, ob Matchmaking-Events für nicht FuE-intensive Bestandsunternehmen ebenfalls einen niedrigschwelligen, nutzenstiftenden Einstieg in Start-up-Kooperationen darstellen können.

2.3 Matchmaking

Matchmaking-Events sind eine wichtige Quelle für neue, branchen- und technologieübergreifende, offene Innovationspartnerschaften (De Groote/Backmann, 2020: 19). Sie können insbesondere die Kosten für die Anbahnung und Initiierung der Kooperationen senken und durch den Wissensaustausch für etablierte Unternehmen und Start-ups gleichermaßen Lernmöglichkeiten eröffnen (Löher et al. 2017).

Der Begriff »Matchmaking« beschreibt dabei die Herstellung von Verbindungen zwischen Akteuren, die »zuvor nicht von der Existenz des jeweils Anderen und/oder von den potenziellen Synergien bei der Kombination Wissen

der Anderen wussten« (Hakanson et al. 2011: 265). Hierbei bringen intermediäre Organisationen Innovationsnachfrager (Bestandsunternehmen) und Innovationsanbieter (Start-ups) in einem vielseitigen Markt zusammen (Holzmann et al. 2014: 608). Matchmaking-Events sind zeitlich begrenzte Formate mit dem Hauptziel, Bestandsunternehmen und Start-ups als Innovationspartner mit potenziell komplementären Interessen und Problemlagen in unterschiedlichen Beziehungen (Ko-Entwickler, Kunden, Investoren, Lösungsanbieter) zu vernetzen (Zinke et al. 2018: 100). Matchmaking im Allgemeinen ist durch die rechtliche und wirtschaftliche Unabhängigkeit der Akteure gekennzeichnet (Holzmann et al. 2014).

Die Planung und Durchführung derartiger Anlässe erfordern eine detaillierte Planung, die die spezifischen Belange der zu vermittelnden Partnern in jedem Schritt dezidiert berücksichtigt. Holzmann et al. (2014) haben hierfür ein fünfstufiges Vorgehensmodell entwickelt (Tabelle 2).

Insbesondere bei einer Partnerschaft zwischen einem etablierten Unternehmen und einem Start-up ist der Matchmaking-Prozess eine entscheidende Phase (Katzy et al. 2013). Für ein erfolgreiches Matchmaking ist eine aktive Management- und Koordinationsunterstützung erforderlich, da das Matching neben der Unternehmensebene vor allem auch auf der individuellen Ebene stattfindet (Holzmann et al. 2014). Daher benötigen Matching-Vermittler spezifische soziale Faktoren wie Kompetenz, Fairness, Integrität und Vertrauenswürdigkeit (Harland/Nienaber 2014) und vor allem tiefgreifendes Verständnis über die Bedürfnisse und Bedarfe der potenziellen Parteien. Technologische, kulturelle und organisatorische Faktoren sollten so zusammenpassen, dass beide Unternehmen von ihren Unterschieden profitieren können (Gattringer et al. 2017). Die Konzeption und Durchführung von Matchmaking-Events zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen ist daher besonders herausfordernd, da die beschriebenen Asymmetrien zwingend berücksichtigt werden müssen.

Für ein erfolgreiches Matchmaking ist eine aktive Management- und Koordinationsunterstützung erforderlich, da das Matching neben der Unternehmensebene vor allem auch auf der individuellen Ebene stattfindet (Holzmann et al. 2014). Daher benötigen Matching-Vermittler spezifische soziale Faktoren wie Kompetenz, Fairness, Integrität und Vertrauenswürdigkeit (Harland/Nienaber 2014). Bei der Bewertung der Passung zwischen potenziellen Partnern spielen mehrere Kriterien eine Rolle: zum Beispiel Vertrauen, Engagement und finanzielle Attraktivität, Komplementarität der Ressourcen (Shah/Swaminathan 2008). Dies bedeutet, dass technologische, kulturelle und organisatorische Faktoren so zusammenpassen sollten, dass beide Unternehmen von ihren Unterschieden profitieren können (Gattringer et al. 2017).

Matchmaking-Phase	Aufgaben/Funktionen der intermediären Organisation
1. Profiling	Entwicklung eines umfassenden Verständnisses für die Bedürfnisse der beteiligten Partner
2. Search	Durchführung von Technologie- und Marktanalysen, um potenzielle Kooperationspartner zu identifizieren
3. Select	Entwicklung und Durchführung eines Auswahlverfahrens zur Bewertung der potenziellen Kooperationspartner
4. Matching (= Marktbildung)	Planung, Organisation und Durchführung eines moderierten Matchmaking-Events
– Vorbereitung & Coaching	Angebot von Trainings und Unterstützungsangeboten für die Partner beider Markseiten, um mit bestehenden Asymmetrien besser umgehen bzw. diese reduzieren zu können
– (Kurz-)Präsentation	Bereitstellung der Möglichkeit für Start-ups, ihre Ideen und Lösungen vorzustellen
– Zusammenführung	Initiierung und Unterstützung persönlicher Kontaktaufnahmen und Gesprächen zwischen beiden Parteien
5. Evaluierung (Verstetigung)	Evaluierung des Matching-Erfolgs und Weiterbetreuung weiterführender Interaktionen zwischen den Partnern

Tab. 2: Phasen des Matchmaking-Prozesses
Quelle: eigene Darstellung basierend auf Holzmann et al. 2014

2.4 Matchmaking als Aufgabe intermediärer Organisationen im Innovationssystem

Dem Innovationssystemverständnis von Kuhlmann und Arnold (2001) folgend, stellen Intermediäre als Teilsystem ein sehr wichtiges Bindeglied zwischen dem wissenschaftlichen Teilsystem der Wissenserzeugung und dem wirtschaftlichen Teilsystem der privaten Unternehmen für die Diffusion neuer Technologien und Wissensbestände in die wirtschaftliche Umsetzung dar.

Howells (2006: 720) definiert Intermediäre als »eine Organisation oder Einrichtung, die in irgendeinem Aspekt des Innovationsprozesses zwischen zwei oder mehreren Parteien als Agent oder Makler fungiert«. Intermediäre werden als wichtige Akteure anerkannt, die den Innovationsprozess erleichtern können (Boon et al. 2011, Howells 2006), die Diffusion neuer (technologischer) Lösungen unterstützen (Kanda et al. 2019), zu nachhaltigem Unternehmertum (Gliedt et al. 2018) und zu soziotechnischen Transformationen beitragen (Kivimaa et al. 2019). Intermediäre erleichtern die Innovationsprozesse, indem sie zu verschiedenen Funktionen des Innovationssystems beitragen, wie etwa die Mobilisierung und Verteilung von Ressourcen (zum Beispiel Polzin et al. 2016), die Schaffung von Räumen für die Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren (zum Beispiel Hakkarainen/Hyysalo 2016) und das Eintreten für einen politischen

Wandel und eine Erneuerung (zum Beispiel Kivimaa 2014). Entsprechend werden Intermediäre als auch »Brückenkopf« (Sapsed et al. 2007: 1314), »Technologiemakler« (Hargadon/Sutton 1997: 716), »Innomediary« (Vanhaverbeke 2017: 192) oder »unabhängige Agenten« (Porto Gómez et al. 2016: 145) beschrieben.

Um bei Matchmaking-Events das Problem der Suche nach dem »richtigen« Partner zu lösen, wird die Einschaltung eines solchen »Vermittlers« naheliegend (Lee et al. 2010). Diese Vermittler spielen eine entscheidende Rolle, denn sie koordinieren das Matchmaking, indem sie einen mehrseitigen Markt kreieren, in dem vormals unverbundene Akteure – Start-ups und Bestandsunternehmen – zusammentreffen (Holzmann et al. 2014). Hakanson et al. (2011: 265) definieren den Begriff intermediäres Matchmaking als »die Situation, in der der […] Intermediär in der Lage ist, Akteure zu verbinden, die zuvor nichts von der Existenz des jeweils anderen und/oder von den potenziellen Synergieeffekten gewusst haben«. Darüber hinaus argumentieren Holzmann et al. (2014: 602), dass Intermediäre den Matchmaking-Prozess insbesondere dadurch erleichtern, dass sie »den Zugang zu hauptsächlich unsichtbaren Netzwerken von Kleinunternehmen«, durch »Erleichterung des Vertrauensaufbaus zwischen Individuen durch den Abbau von Asymmetrien« und durch »Prozesskoordination« ermöglichen. Wie Katzy et al. (2013) betonen, kann dies eine erweiterte Aufgabe und nunmehr substanzielle Fähigkeit von intermediären Organisationen im Innovationssystem sein, die über die klassische Funktion des reinen Wissenstransfers hinausgeht.

Im Matchmaking agiert der Innovationsvermittler gleichermaßen als Architekt und steuernde Hand des Matching-Prozesses (Holzmann et al. 2014). Wie zuvor dargestellt, erfordert das Matchmaking verschiedene Koordinierungsaufgaben, die vom Intermediär vor und während des Matchings durchgeführt werden müssen. Dies umfasst zum Beispiel dezidierteres Wissen über die Bedürfnisse der Innovationsnachfrager, die (internationale) Suche nach potenziellen Innovationsanbietern und Vorauswahl relevanter Kandidaten (Holzmann et al. 2014). Generell ermöglichen Intermediäre dadurch eine Form der ungerichteten Partnersuche, das heißt, sie bieten Unternehmen, die keinen bestimmten Partner im Sinn haben, die Möglichkeit, potenzielle Kooperationspartner zu treffen und mit ihnen in Kontakt zu treten (De Groote/Backmann 2020). Daher erfordert ein erfolgreiches Matchmaking eine kritische Anzahl von Akteuren auf beiden Marktseiten, um einerseits für die teilnehmenden Unternehmen attraktiv zu sein und andererseits die Chancen auf erfolgreiche Kooperationen zu erhöhen (Holzmann et al. 2014).

Das eigentliche Matching umfasst die Schaffung eines gemeinsamen und strukturierten Raums, um beide Marktseiten aktiv zu coachen und zusammenzubringen (Holzmann et al. 2014). Solche Settings bieten auch verschiedene konzeptionelle Möglichkeiten zur Vertrauensbildung, den Austausch von Wissen und den Aufbau von Beziehungen zwischen den Teilnehmern. Im Falle des

Matchings von Start-ups und Bestandsunternehmen bedeutet dies eine deutliche Abmilderung der bestehenden Asymmetrien durch begleitende Service- und Unterstützungsangebote. Die Vertrauenswürdigkeit und Leistungsfähigkeit des Intermediärs ist dabei eine Voraussetzung für einen erfolgreichen Matchmaking-Prozess (Harland & Nienaber 2014).

3. Ex-post-Analyse des Matchmaking-Events »Startup the Future 2019«

3.1 Hintergrund

Das Matchmaking-Event »Startup the Future 2019« fand am 29. Januar 2019 in Ludwigsburg nach 2017 zum zweiten Mal statt. Die initiierende intermediäre Organisation (VDMA Landesverband Baden-Württemberg und die assoziierte Geschäftsstelle der »Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg«) verfolgte hiermit das Ziel, vornehmlich mittelständischen Unternehmen aus den baden-württembergischen Kernbranchen, zum Beispiel Maschinen-, Anlagen und Werkzeugbau, Metall- und Kunststoffverarbeitung, den Zugang zu neuen digitalen Technologien zu ermöglichen, die insbesondere für deren erfolgreiche Umsetzung in Industrie-4.0-Lösungen (etwa intelligente Produkte und Fertigungsprozesse, Netzwerkinfrastruktur, Sensorik und Cloudtechnologien) und neuen (datenbasierten) Geschäftsmodellen relevant sind. Hierzu führte der VDMA Baden-Württemberg eine weltweite Suche nach interessierten Hightech-Start-ups durch. Aus rund 150 Start-up-Bewerbungen wurden durch eine Expert*innen-Jury 26 Hightech-Start-ups vorausgewählt, die hinsichtlich der Anwendbarkeit, Relevanz und Reife ihrer Lösungen als potenziell besonders interessante Innovationspartner für die Bestandsunternehmen eingeschätzt wurden. Für das Event haben sich über 200 Teilnehmende aus 151 Bestandsunternehmen aus den Zielbranchen angemeldet. Anders als bei den Start-ups, gab es hier keine Zugangsbeschränkung.

Eine Besonderheit dieses Matchmaking-Events war, dass weder Beratungsfirmen noch Risikokapital-Investor*innen teilnehmen konnten. Entsprechende Anmeldungen wurden im Vorfeld aussortiert. Die Veranstaltung bestand aus zwei Hauptteilen: Zunächst mussten die eingeladenen Start-ups ihre »Industrie-4.0-Lösungen« im Plenum präsentieren (Pitches), bevor es anschließend die Möglichkeit zu persönlichen Gesprächen mit Bestandsunternehmen an den Ausstellungs-Ständen der Start-ups gab. Darüber hinaus wurden separate Räumlichkeiten für weiterführende, vertrauliche Verhandlungen sowie zusätzliche Flächen für Co-Working zur Verfügung gestellt. Hinsichtlich der Ausrichtung des Events ist

festzustellen, dass es nahezu alle Prozessphasen des idealtypischen Matchmaking-Prozesses nach Holzmann et al. (2014) abdeckte und die beteiligten Unternehmen insbesondere bei der Anbahnungs- und Realisierungsphase der Innovationskooperation unterstützen wollte. Im Nachgang wurde das Format einer Ex-post-Evaluierung nach wissenschaftlichen Standards unterzogen (Bierwisch et al. 2021).

3.2 Forschungsdesign und Stichproben

Ziel der Untersuchung war es, die allgemeine Zufriedenheit sowie den jeweils wahrgenommenen Nutzen der teilnehmenden Start-ups und Bestandsunternehmen des Matchmaking-Events »Startup the Future 2019« zu analysieren und, davon ausgehend, ein tieferes Verständnis zu entwickeln, wie Matchmaking-Veranstaltungen Start-ups und etablierte Unternehmen dabei unterstützen können, Innovationskooperationen einzugehen. Entsprechend dieser Zielstellung folgt das Forschungsdesign einem Mixed-Methods-Ansatz aus qualitativen und quantitativen Methoden.

Der »wahrgenommene Nutzen« wurde als ein mehrdimensionales Konstrukt betrachtet, das im Kern zwischen dem »Grundnutzen« (*core value*) eines Produkts oder Dienstleistung und dem »Zusatznutzen« (*additional benefit*) unterscheidet (Olbrich 2006; Carlson et al. 2015). Der primäre Nutzen adressiert die Kernziele des Events und umfasst die Anzahl der Kontakte zwischen teilnehmenden Bestandsunternehmen und Start-ups während und im Nachgang des Events, die allgemeine Identifikation potenzieller Kooperationspartner sowie die Anzahl der geschlossenen Kooperationsvereinbarungen zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen während oder im Nachgang des Events. Der zusätzliche Nutzen umfasst die Fragen, ob und in welchem Umfang Informationen und Einblicke in Trends und neueste Technologien erreicht wurden, ob während des Events potenzielle neue Beschäftigte identifiziert wurden, ob interessante Investitionsmöglichkeiten erkannt wurden und ob allgemein die eigene Bereitschaft für eine Innovationskooperation mit Hightech-Start-ups (aus Sicht der Bestandsunternehmen) oder Bestandsunternehmen (aus Sicht der Start-ups) durch das Event erhöht wurde.

Durch die breite verfügbare Datenbasis an Bestandsunternehmen und das Ziel, für diese Teilnehmergruppe möglichst verallgemeinerbare Aussagen hinsichtlich des wahrgenommenen Nutzens treffen zu können, erfolgte die Datenerhebung anhand einer quantitativen, standardisierten Online-Umfrage. Die Datenerhebung fand circa eineinhalb Jahre nach dem eigentlichen Event statt. Die Grundgesamtheit der Umfrage entspricht der Stichprobe, das heißt, alle der 151 teilnehmenden Bestandsunternehmen erhielten einen Link zum Fragebogen. Hiervon retournier-

ten 76 Personen einen ausgefüllten Fragebogen, von denen wiederrum 69 Fragebögen gültig waren (mehr als 50 Prozent beantwortete Fragen). Die Rücklaufquote beträgt somit 44,2 Prozent.

Variable	**n**	**Prozent**	**Variable**	**n**	**Prozent**
Familienunternehmen			Standort		
Ja	52	75,4 %	Baden-Württemberg	62	89,9 %
Nein	14	20,3 %	andere Bundesländer	7	10,1 %
Durchschnittlicher Jahresumsatz			Funktion der/des Befragten		
bis 10 Mio. Euro	9	13,0 %	Geschäftsführung	30	43,5 %
10,1 bis 50 Mio. Euro	18	26,1 %	Forschung und Entwicklung	15	21,7 %
mehr als 50 Mio. Euro	39	56,5 %	Andere	10	14,5 %
Anzahl der Beschäftigten			Kooperationserfahrung mit Start-ups		
KMU (bis 249)	21	30,4 %	Ja	32	46,4 %
Großunternehmen (250+)	45	65,2 %	Nein	34	49,3 %
Ausgaben für FuE (Umsatzanteil)			Innovationsaktivitäten in den letzten 3 Jahren		
weniger als 2,5 % (low-tech)	10	14,5 %	Ja	63	91,3 %
2,5 % bis 7 % (medium-tech)	32	46,4 %	Nein	3	4,3 %
mehr als 7 % (high-tech)	20	29,0 %			

Tab. 3: Strukturmerkmale der Analysestichprobe von Bestandsunternehmen (n = 69)
Quelle: eigene Berechnungen

Die Stichprobenanalyse (Tabelle 3) zeigt, dass die Mehrheit der befragten Unternehmensvertreter für mittlere und größere baden-württembergische Maschinenbauunternehmen in der höheren Führungsebene oder in der FuE-Abteilung tätig ist. Bei den Bestandsunternehmen handelt es sich mehrheitlich um Unternehmen mit mittlerer oder hoher FuE-Intensität. Nicht FuE-intensive Unternehmen sind in der Stichprobe zwar abgedeckt, jedoch unterrepräsentiert. Rund die Hälfte der befragten Bestandsunternehmen verfügte bereits vor der Teilnahme an der Matchmaking-Veranstaltung über Kooperationserfahrungen in der Zusammenarbeit mit Start-ups. Diese Befunde sind insofern wenig überraschend, da die teilnehmenden Unternehmen derartiger Veranstaltungen in der Regel bereits über eine überdurchschnittliche Innovationsaktivität verfügen (positive Selbstselektion). Dennoch ist es erfreulich, dass das Event auch nicht FuE-intensive Unternehmen

(15 Prozent) sowie einen hohen Anteil von Unternehmen ohne vorherige Kooperationserfahrung mit Start-ups erreichte (49 Prozent).

Zur Untersuchung der teilnehmenden Hightech-Start-ups wurde aufgrund der geringen Fallzahl ein qualitativer Ansatz auf Basis semistrukturierter Interviews gewählt. Ziel war, die Motive, die Erfahrungen sowie den Nutzen der Teilnahme an Matchmaking-Events besser verstehen zu können und Empfehlungen zur Verbesserung künftiger Matchmaking-Events abzuleiten. Von den 26 teilgenommenen Start-ups erklärten sich als ein Drittel zu einem dreißigminütigen Interview bereit (n = 9). Die Start-ups lassen sich den verschiedenen Phasen des Start-up-Lebenszyklus zuordnen (Paschen 2017): Drei Start-ups befanden sich in der (Pre-)Seed-Phase, zwei in der Start-up-Phase und vier in der Wachstumsphase.

Der Inhalt der Interviews fokussierte insbesondere die narrative Erzählung der Beweggründe und Motive zur Teilnahme, die Eindrücke und Erfahrungen während der Veranstaltung sowie die positiven wie negativen Effekte in der Folge des Matchmakings. Abschließend wurden die Gründer*innen nach ihrer Bereitschaft gefragt, wieder an der Veranstaltung teilzunehmen und die Veranstaltung anderen Startups zu empfehlen.

3.3 Kernergebnisse der Befragung der Bestandsunternehmen

Motive der Teilnahme

Die Gewinnung von Informationen und Einblicke in Trends und neueste Technologien sowie das Finden neuer Start-up-Kooperationspartner sind die beiden Hauptmotive, die die befragten Bestandsunternehmen zur Teilnahme an »Startup the Future« bewegt haben (Abbildung 1).

Bei weiterer Detaillierung fällt auf, dass sich die Gründe für die Teilnahme zwischen Unternehmen mit und ohne vorherige Kooperationserfahrung bzw. hoher und geringer FuE-Intensität unterscheiden. Nicht FuE-intensive Unternehmen und Unternehmen ohne Kooperationserfahrung besuchten eher die Veranstaltung, um Einblicke in neueste Technologien und Trends zu erhalten, während Hightech-Unternehmen und Unternehmen, die bereits mit Start-ups zusammengearbeitet haben, explizit neue Kooperationspartner finden wollten.

Allgemeine Zufriedenheit mit der Durchführung des Matchmaking-Events

Die Bestandsunternehmen wurden in der Befragung gebeten, ihre Zufriedenheit mit verschiedenen Aspekten der Veranstaltung zu bewerten. Diese umfassten den Veranstaltungsort, die Organisation und Durchführung durch die intermediäre

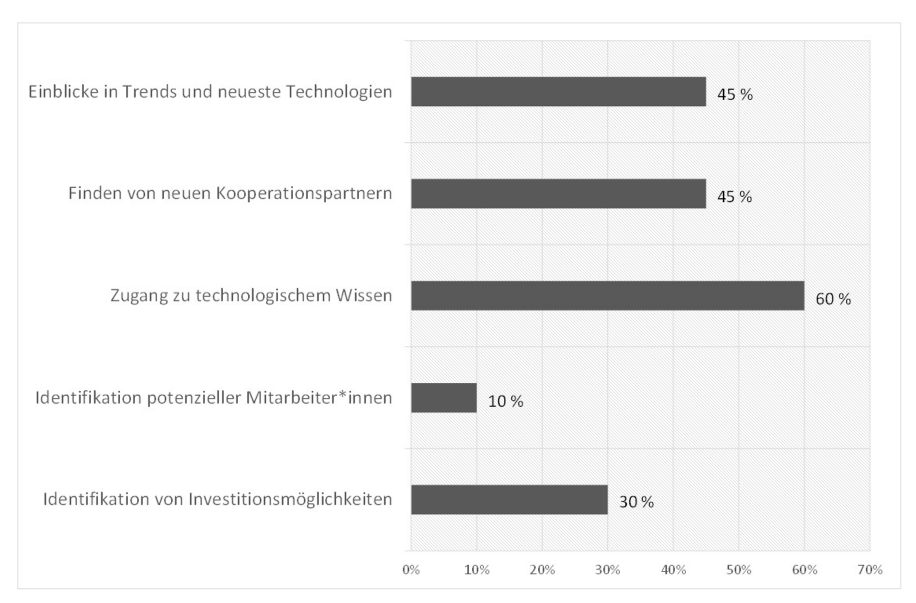


Abb. 1: Hauptmotive der Teilnahme von Bestandsunternehmen am Matchmaking-Event (n = 69; Mehrfachantworten)
Quelle: eigene Berechnungen

Organisation, die Atmosphäre, das kulinarische Angebot, das Format, die Pitches der Start-ups, Zeitplan und Dauer.

Die allgemeine Zufriedenheit mit den verschiedenen Aspekten der Veranstaltung (zum Beispiel mit den im Vorfeld bereitgestellten Informationen, Räumlichkeiten, der Organisation und Durchführung sowie mit den eingeladenen Start-ups) ist hoch. Auf der Skala von »überhaupt nicht zufrieden« (1) bis »sehr zufrieden« (4) weist der berechnete, kumulative Zufriedenheits-Index einen Mittelwert von 3,1 auf. So geben beispielsweise die Bestandsunternehmen an, mit den eingeladenen Start-ups »eher zufrieden« (68 Prozent) bzw. »sehr zufrieden« zu sein (18 Prozent), wobei Unternehmen mit sehr hoher FuE-Intensität häufiger sogar »sehr zufrieden« waren (25 Prozent). Entsprechend sind 95 Prozent der Teilnehmenden bereit, die Veranstaltung weiterzuempfehlen und erneut zu besuchen.

Wahrgenommener Nutzen

Die Relation zwischen dem wahrgenommenen Nutzen und den Hauptmotiven für die Teilnahme am Matchmaking zeigt, dass insgesamt die Erwartungen an die Veranstaltung erfüllt werden konnten (Abbildung 2).

Der von den befragten Bestandsunternehmen am häufigsten genannte primäre Nutzen des Events besteht in den Einblicken und Informationen in Trends und neueste Technologien (83 Prozent) sowie der Kontaktaufnahme mit Start-ups (80 Prozent). Vor allem für kleinere Unternehmen ohne Start-up-Kooperationserfahrung oder geringerer FuE-Intensität wurde dieser Nutzen überdurchschnittlich häufig genannt (86 bis 100 Prozent). Mehr als drei Viertel (77 Prozent) der Bestandsunternehmen haben erfolgreich Kontakt mit Start-ups aufgenommen. Die Anzahl der geknüpften Kontakte beläuft sich zumeist auf ein bis drei Start-ups. Nur Unternehmen mit bestehender Start-up-Kooperationserfahrung erreichten häufiger eine höhere Kontaktanzahl mit drei bis fünf Start-ups. Hervorzuheben ist, dass auch 89 Prozent der Unternehmen ohne Kooperationserfahrung sowie auch 86 Prozent aller nicht FuE durchführenden Unternehmen erfolgreich mit bis zu drei Start-ups in Kontakt getreten sind.

Rund 16 Prozent der Bestandsunternehmen haben bereits im Zuge des Events eine konkrete Kooperationsabsicht mit mindestens einem Start-up vereinbart. Weitere 7 Prozent geben an, im Nachgang des Events eine Start-up-Kooperation mit einem der teilnehmenden Start-ups einzugehen. Somit wird circa jedes fünfte Bestandsunternehmen eine durch das Matchmaking-Event initiierte Zusammenarbeit mit mindestens einem Hightech-Start-up eingehen. Hochgerechnet auf alle teilnehmenden Unternehmen bedeutet dies, dass circa 35 Start-up-Kooperationen erfolgreich initiiert werden konnten. Aus Start-up-Perspektive entfallen auf jedes der teilnehmenden Start-ups im Gegenzug durchschnittlich 1,3 Kooperationsprojekte.

Von den Unternehmen, die noch keine konkreten Kooperationsaktivitäten mit Start-ups angestoßen haben, berichten mehrheitlich (71 Prozent) dennoch von einem insgesamt deutlich gesteigerten Interesse an derartigen Kooperationen aufgrund des Events.

3.4 Kernergebnisse der Interviews mit Hightech-Start-ups

Nachfolgend werden die Ergebnisse der neun durchgeführten qualitativen Interviews mit den für das Event ausgewählten Hightech-Start-ups zusammengefasst. Schwerpunkt der Interviews waren die Themen »Motive der Teilnahme«, »Zufriedenheit mit dem Event«, »wahrgenommener Nutzen« und »Verbesserungsvorschläge für zukünftige Events.«

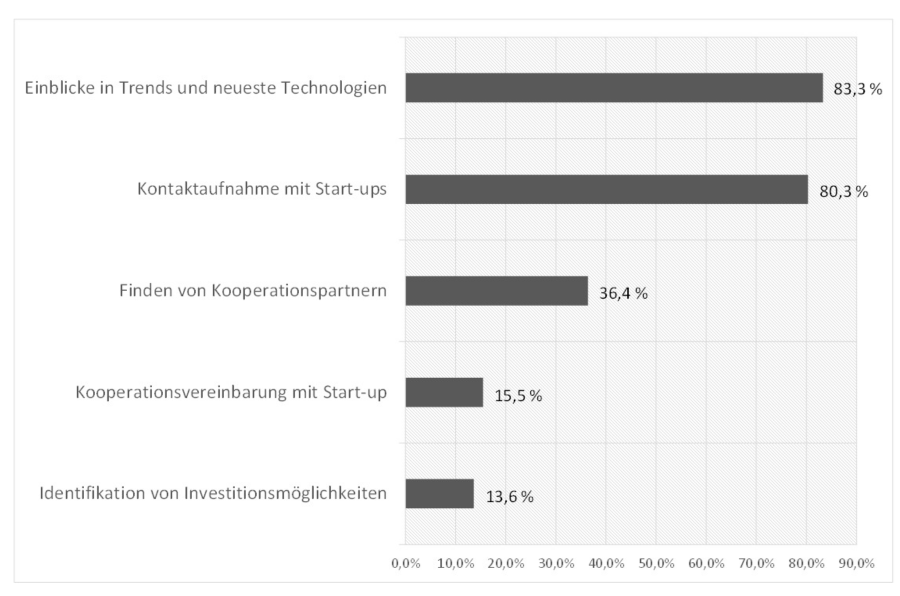


Abb. 2: Wahrgenommener Nutzen der Bestandsunternehmen (n = 69; Mehrfachantworten)
Quelle: eigene Berechnungen

Motive der Teilnahme

Während die Start-ups in der Wachstumsphase alle das Ziel betonten, Kund*innen und Marktzugänge zu gewinnen, waren die Ziele der Start-ups in den früheren Phasen unterschiedlicher. Start-ups in der (Pre-)Seed- und Start-up-Phase nannten zusätzlich die Erhöhung ihrer Sichtbarkeit, die Entwicklung von Prototyen bzw. den Nachweis der Umsetzbarkeit sowie die Vernetzung mit bestehenden Unternehmen am Markt. Auf die Frage nach ihren Anforderungen an eine Matchmaking-Veranstaltung nannten sechs von neun Start-ups den Bedarf an qualifizierten Umsetzungspartnern und relevanten Kontakten zu potenziellen Kund*innen, um ihr Netzwerk zu erweitern. Ein weiterer zentraler Punkt ist die Reputation und Expertise der intermediären Organisation – hier der VDMA –, um das Vertrauen der Bestandsunternehmen in die Start-ups zu erhöhen. Sehr junge Start-ups artikulierten Interesse an weiterführenden unterstützenden Trainings und Services, um konstruktives Feedback im Sinne einer optimalen Vorbereitung für das Matching-Event zu erhalten. Reifere Start-ups hingegen vertraten eher die Position, dass sie außer dem Event an sich keine weiteren Anforderungen an eine solche Veranstaltung hätten.

Zufriedenheit mit dem Event

Von den neun interviewten Start-ups äußerte sich nur ein Gründer deutlich negativ, indem er angab, er würde nicht noch einmal teilnehmen oder die Veranstaltung in diesem Format anderen Start-ups empfehlen. Die anderen acht Befragten bewerteten das Matchmaking-Event hingegen sehr positiv; zwei zeigten sich bereit, in Zukunft für diese Veranstaltung aufgrund der hohen Qualität sogar eine Teilnahmegebühr zu entrichten. Als besonders positiv wurden der klare Fokus des Events sowohl technologie- als auch branchenseitig, die gesamte Qualität der Organisation sowie die hohe Anzahl an Bestandsunternehmen und der Ort der Veranstaltung hervorgehoben. Darüber hinaus schätzten viele Start-ups auch die Qualität der übrigen teilnehmenden Start-ups. Die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für Netzwerkaktivitäten und die Kooperationsaufnahme mit Bestandsunternehmen wurden ebenfalls sehr positiv bewertet. Die Bestandsunternehmen wurden als offen für ihre Probleme beschrieben und hatten eine konkrete Vorstellung davon, was sie von einer Kooperation mit einem Start-up erwarten.

Wahrgenommener Nutzen

Als primären Nutzen des Matchmaking-Events nannten die Start-ups den Zugang zu bzw. die Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit potenziellen Kunden und die Vergrößerung des persönlichen Netzwerks. Die Veranstaltung hätte es ermöglicht, sehr fokussiert und umfassend mit Entscheidungsträger*innen von hochkarätigen Bestandsunternehmen zu diskutieren, zu denen das jeweilige Start-up ansonsten keinen direkten Zugang gehabt hätte. Als sehr nutzenstiftend wurde die ausschließliche Fokussierung der Teilnehmenden auf etablierte Industrieunternehmen wahrgenommen. Im Ergebnis konnten einige der Kontakte in Kunden bzw. gemeinsame Kooperationsprojekte umgewandelt werden. Sowohl die Pitches als auch die Events hätten den Start-ups höhere Sichtbarkeit bei Bestandsunternehmen verschafft. Erfreulich aus Sicht der Start-ups ist es, dass es während des Events neben konkreten Planungen für vertiefte Gespräche bereits zu konkreten Kooperationsvereinbarungen zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen gekommen ist.

Auch ohne konkrete Kooperationsabsicht empfanden die Start-ups die Veranstaltung als nutzenstiftend. Im Hinblick auf ihren zusätzlichen Nutzen erwähnten die Start-ups zum Beispiel die durch das Event geschaffene Möglichkeit, für sich selbst aus den Erfahrungen zu lernen. Einige von ihnen erwähnten, wie sie ihre Pitching-Fähigkeiten durch die Training- und Coachingangebote der intermediären Organisation im Vorfeld verbessert hätten. Andere nutzten das direkte Feedback aus der Industrie, um Hypothesen über ihr Geschäftsmodell zu testen und

sich in ihren Annahmen zu bestärken. Ein weiterer Vorteil, der von den Interviewten genannt wurde, war schließlich das hochwertige Video der Pitches, das nach der Veranstaltung kostenlos zur Verfügung gestellt und auf der Website der Veranstaltung veröffentlicht wurde. Insbesondere Start-ups in frühen Phasen schätzten hierbei den Marketingwert und die Tatsache, dass sie mit diesem Video der Teilnahme am Matchmaking auch ihre Reputation und Glaubwürdigkeit gegenüber Investoren steigern konnten.

4. Diskussion

Es ist vorauszuschicken, dass es sich bei dem analysierten Matchmaking-Event »Startup the Future« in vielfacher Hinsicht sicherlich um »Good Practice« handelt. Erstens umfasst es alle Phasen des idealtypischen Phasenmodells von Holzmann et al. (2014) von der Bedarfsanalyse über die Identifikation und Auswahl geeigneter Start-ups, das eigentliche Matchmaking sowie die nachgelagerte Evaluation. Der durchführende Intermediär verfügt gleichermaßen über große Technologie- und Branchenkenntnis und genießt dadurch ein hohes Maß an Vertrauen seitens der teilnehmenden Bestandsunternehmen und Start-ups (Harland/Nienaber 2014). Zudem wurde das Matchmaking im Vorfeld sowie während des Events durch begleitende Service- und Unterstützungsangebote flankiert. Die in der nachfolgenden Diskussion erörterten Schlussfolgerungen beziehen sich somit auf den Fall, dass Matchmaking-Events entlang dieser Merkmale ausgestaltet und durchgeführt werden.

Setzt man die vorgestellten Befunde dieser Untersuchung in den Kontext des Gesamtthemas dieses Sammelbandes, ist festzuhalten, dass der Trend zu Matchmaking-Events als Ausdruck der zunehmenden Notwendigkeit von Bestandsunternehmen verstanden werden kann, das für die erfolgreiche (digitale oder nachhaltige) Transformation benötigte Innovationswissen außerhalb ihres etablierten Branchen- oder Technologieumfeldes zu erschließen. Open-Innovation-Strategien verschieben sich damit zu Cross-Industry-Strategien (Dingler/Enkel 2016). Die in diesem Beitrag präsentierten Resultate geben Hinweise darauf, dass Matchmaking-Events sowohl für Bestandsunternehmen als auch Hightech-Start-ups entsprechend der theoretisch-konzeptionellen Erwartungen hinsichtlich komplementärer Bedarfe (Ketchen et al. 2007; Löher et al. 2017; Becker et al. 2018) nutzenstiftend sein können. Insbesondere für Bestandsunternehmen eröffnen Matchmaking-Events daher eine vielversprechende Möglichkeit, Zugang zu strategisch wichtigen Wissensbeständen außerhalb der eigenen Kernkompetenz zu erhalten.

Der wahrgenommene Nutzen von Matchmaking-Events ist dabei vielfältig. Im Vordergrund stehen die Anbahnung und Initiierung von Innovationskooperationen. Hier konnte das empirisch untersuchte Matchmaking-Event dazu beitragen, die Transaktionskosten für die Identifikation geeigneter bzw. benötigter Partner, die Verifizierung und Informationsbeschaffung sowie die Anbahnung und Aufnahme von Kooperationsbeziehungen zu senken. Mehr als drei Viertel der teilnehmenden Bestandsunternehmen haben mit mindestens einem Start-up Kontakt aufgenommen. In fast jedem fünften Fall wurden konkrete Kooperationsaktivitäten angestoßen. Wenn auch die Möglichkeit der kontrafaktischen Überprüfung nicht besteht, kann dennoch davon ausgegangen werden, dass dies ohne das Matchmaking-Event nicht der Fall gewesen wäre, da keines der Start-ups zuvor den Bestandsunternehmen bekannt war. Darüber hinaus bestätigen beide Parteien indirekte Mehrwerte des Matchmaking-Events. Besonders für KMU und weniger FuE-intensive Unternehmen, die aus eigener Kraft häufig kaum Zugang zu neuesten Technologietrends und Start-ups außerhalb ihrer Branche haben, ergab sich durch die Teilnahme am Matchmaking-Event eine niedrigschwellige Möglichkeit, sich über neue digitale Technologien und deren industrielle Anwendungspotenziale zu informieren und ihr Netzwerk über die eigene Branche bzw. die eigene technologische Kernkompetenz hinaus zu erweitern und somit die Herausforderungen von Transformationsprozessen besser zu bewältigen (Becker et al. 2018; Bannerjee et al. 2016).

Für die Funktions- und Wettbewerbsfähigkeit von Innovationssystemen stellen Matchmaking-Events zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups somit eine neue Möglichkeit dar, die Diffusion und Verbreitung neuer, disruptiver technologischer Lösungen in die betriebliche Anwendung zu beschleunigen und damit die digitale Transformation von Bestandsunternehmen sowie das Entstehen neuer Netzwerke und Interaktionsbeziehungen zu unterstützen (vergleiche Engels und Röhl 2019; Vanhaverbeke et al. 2012; Wrobel et al. 2017). Mehr noch: Die Teilnahme an Matchmaking-Events kann auf beiden Seiten – Bestandsunternehmen und Start-ups – dazu beitragen, die Anschluss- sowie die Absorptionsfähigkeit des Unternehmens für asymmetrische, sprich branchen- oder technologiefremde Partner zu erhöhen. So bestätigen die befragten Teilnehmer*innen, dass die durch die intermediäre Organisation angebotenen Service- und Unterstützungsangebote das Verständnis für die Denk- und Arbeitsweise des jeweils anderen Partners deutlich verbessert haben. Es kann somit die Hypothese aufgestellt werden, dass Matchmaking-Events über ihre primäre Zielsetzung hinaus durch entsprechende Lerneffekte einen Beitrag zur Reduktion von kognitiver Distanz bzw. einer besseren Bewältigung der spezifischen Herausforderungen asymmetrischer Kooperationen allgemein leisten. Dies ermöglicht Unternehmen langfristig eine Erweiterung ihrer Wissensquellen und Netzwerke über unterschiedliche Domänen hinweg – und un-

terstützt in der Folge die Entstehung neuer Akteursstrukturen und Interaktionsbeziehungen im Innovationssystem (vgl. Botthof et al. 2020; Warnke et al. 2016).

Intermediäre Organisationen spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle. Die Ergebnisse zeigen, dass die Funktion des Intermediärs als »Vermittler« oder »Brückenbauer« weitaus mehr umfasst als das alleinige Bereitstellen einer Plattform, auf der Bestandsunternehmen und Start-ups in den Austausch kommen können (vergleiche Hakanson et al. 2010). Im Gegenteil: Intermediäre können durch begleitende Service- und Unterstützungsangebote erheblich zur Reduktion der mit der hohen Asymmetrie bzw. kognitiven Distanz der Partner einhergehenden Herausforderungen des Matchmakings beitragen (vergleiche Löher et al. 2017; Minshall et al. 2010; Islam et al. 2017).

Allerdings müssen Intermediäre hierfür über ein hohes Maß an Technologie-, Markt- und Akteursverständnis sowie über professionelle Planungs- und Durchführungskompetenz verfügen, um diese Potenziale zu heben. Dabei stellten sich in der Untersuchung folgende Aspekte als besonders wichtig heraus:

1. Durch ein systematisches Scouting von, im Sinne des technologischen oder thematischen Fokus, »passenden« Start-ups im In- und Ausland können Intermediäre insbesondere das Such- und Informationsproblem für Bestandsunternehmen lösen und gezielt in Netzwerken und Communities außerhalb der eigenen Domäne suchen. Hierbei zeigte sich insbesondere, dass für die Vorauswahl und Bewertung der Start-ups das Vertrauen in den Intermediär wichtig ist. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf dem Reifegrad der Start-ups liegen. Wie die Analyse zeigt, sind Start-ups mit zunehmendem Reifegrad auf die Skalierung ihres Geschäftsmodells und das Finden von neuen Kunden fokussiert. Das Interesse am Wissenstransfer und gemeinsamen Innovationspartnerschaften ist hingegen höher bei Start-ups in der frühen und mittleren Lebensphase. Hier stehen die technische Machbarkeit, die Entwicklung des Geschäftsmodells sowie die Identifizierung relevanter Anwendungsfelder und Zielgruppen im Vordergrund. Das bietet für Bestandsunternehmen die größte Chance zur gemeinsamen Entwicklung marktfähiger Produkte und Dienstleistungen bzw. der Entwicklung und Etablierung neuer Geschäftsfelder.
2. Ein weiterer Kernbefund der Fallstudie zielt auf die Rolle des Intermediärs während des Matchmaking-Events selbst. Begleitende Service- und Unterstützungsangebote, zum Beispiel Pitch-Trainings für Start-ups, Sensibilisierung der Bestandsunternehmen für die Denk- und Arbeitsweise der Start-ups, Gesprächsleitfäden, werden von nahezu allen Teilnehmer*innen des Events als wichtig und wertvoll zur Überbrückung bzw. Übersetzung der kulturell-mentalen Unterschiede angesehen. Viele Teilnehmer äußerten sogar den Wunsch nach weiterführenden Unterstützungsangeboten wie beispielsweise der Mo-

deration von Kooperationsgesprächen durch die intermediäre Organisation. Eine aktuelle Studie, die unterschiedliche Matchmaking-Events in Europa untersucht hat (Som/Krebs 2021), untermauert dies: Je höher die kognitive Distanz der teilnehmenden Unternehmen, desto wichtiger sind begleitende Service- und Unterstützungsangebote vor, während und nach der Veranstaltung für den Erfolg des Matchmaking-Events. Wichtig hierbei ist, auch die Attraktivität für Start-ups im Blick zu behalten. Wie aus den Interviews hervorgeht, sollten Start-ups nicht nur als Wissensgeber betrachtet werden, sondern als gleichberechtigte Partner auf Augenhöhe. Die angebotenen Service- und Unterstützungsleistungen sollten daher keinesfalls nur auf die Gruppe der Bestandsunternehmen reduziert werden. In diesem Zusammenhang sollte auch der »Heimvorteil« nicht unterschätzt werden, der durch den Intermediär entstehen kann. Som und Krebs (2021) zeigen, dass die Zusammenarbeit von intermediären Organisationen der Start-ups (zum Beispiel Gründungszentren, Inkubatoren) mit Intermediären der etablierten Unternehmen (zum Beispiel Verbände, Wirtschafts-/Handelskammern) insgesamt als vertrauensvoller wahrgenommen wird und Informationsasymmetrien zusätzlich verringern kann.

Ausgehend hiervon stellt sich die Frage, inwiefern intermediäre Organisationen durch diese Rolle sowie die damit verbundenen Erwartungen und Anforderungen in ihren Geschäftsmodellen, Strukturen, Prozessen und Kompetenzen in den kommenden Jahren selbst einer Transformation unterliegen (van Lente et al. 2020). Wie Gassmann et al. (2011) oder van Lente et al. (2003) feststellen, wandeln sich intermediäre Organisationen zunehmend in eine neue Art von Vermittlungsorganisation, die im Gegensatz zu den traditionellen zwischengeschalteten Organisationen verstärkt auf System- und Netzwerkebene arbeitet. Solche »systemischen Intermediäre« (van Lente et al. 2003: 247) sind für langfristige und komplexe Transformationsprozesse wichtig, die koordinierte Anstrengungen von Industrie, Politik, Forschungsinstituten und anderen erfordern. Intermediären kommen hierbei jenseits ihrer traditionellen Rolle neue Funktionen zu wie zum Beispiel die Identifikation und Mobilisierung neuer, relevanter Akteure, die Schaffung von Austausch-, Netzwerk- und Kooperationsplattformen zwischen neuen Akteuren, die Stimulierung für erfahrungsbasierte Lernprozesse sowie Unterstützung bei der strategischen Ausrichtung der Akteure (zum Beispiel Gassmann et al. 2011; van Lente et al. 2003, 2020; Vidmar 2021; Kanda et al. 2019; Kivimaa et al. 2019; Kundurpi et al. 2021). Um die hierfür erforderlichen Kompetenzen, Fähigkeiten, Ressourcen, Strukturen, Prozesse und Geschäftsmodelle zu entwickeln und umzusetzen, werden intermediäre Organisationen selbst Innovationsaktivitäten in Angriff nehmen müssen.

Dies gilt in umso höherem Maße, falls Matchmaking-Events und intermediäre Organisationen als tragende Akteure verstärkt als Instrument einer missionsorientierten Innovations- und Technologiepolitik wahrgenommen werden, um die Herausbildung und Institutionalisierung der für die gewünschten Systeminnovationen und -transformationen notwendigen neuen Akteursnetzwerke und Transfer- und Interaktionskanäle zu beschleunigen (Botthof et al. 2020). In der Folge kann sich dadurch einerseits die Diffusion neuer (technologischer) Lösungen in die Breite der Bestandsunternehmen beschleunigen, wodurch sich wiederum deren Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit erhöht. Andererseits können Start-ups durch Kooperationen mit Bestandsunternehmen und deren Engineering-Know-how, Netzwerken und Marktwissen schneller ihre Ideen in marktfähige Lösungen und Geschäftsmodelle überführen. Wie die vorgestellten Ergebnisse deutlich machen, können Matchmaking-Events im Falle einer institutionellen Verankerung auf Ebene der intermediären Akteure durchaus diese gewünschte Steuerungswirkung entfalten, indem sie dazu beitragen, die durch die hohe strukturelle und kulturelle Asymmetrie der Kooperationspartner beträchtlichen Transaktionskosten und Unsicherheiten (im Sinne von Markt- und Systemversagen) erheblich zu reduzieren und die Kooperationswahrscheinlichkeit zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups erhöhen. Insbesondere die Gruppe der KMU und nicht FuE-intensiver Unternehmen, kann, wie die Ergebnisse zeigen, aufgrund bislang fehlender Erfahrungen mit asymmetrischen (Start-up-)Kooperationen besonders stark von Matchmaking-Events und deren begleitenden Service- und Unterstützungsangeboten profitieren.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Der vorliegende Beitrag erörtert den Beitrag von Matchmaking-Events zur Anbahnung und Initiierung von Innovationskooperationen zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups. Neben den Motivlagen und Herausforderungen dieser Kooperationen wurde anhand einer empirischen Analyse des Events »Startup the Future 2019« des VDMA (Landesverband Baden-Württemberg) und der assoziierten Allianz 4.0 Baden-Württemberg untersucht, ob und in welchem Ausmaß ein Matchmaking-Event von den beteiligten Unternehmen und Start-ups als nutzenstiftend angesehen wird und tatsächlich geeignet ist, Innovationskooperationen zwischen diesen Partnern anzustoßen.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass Matchmaking-Events grundsätzlich das Potenzial haben, die gesetzten Erwartungen zu erfüllen. Neben dem primären Nutzen der Kooperationsanbahnung zwischen Bestandsunternehmen und Start-ups bieten Matchmaking-Events zudem insbesondere für KMU und nicht FuE-

intensive Unternehmen einen erheblichen indirekten Mehrwert in Form des Zugangs zu neuen Technologietrends und neuen Netzwerkkontakten. Nicht zuletzt zeigte die Untersuchung, dass Matchmaking-Events bei allen Teilnehmenden niedrigschwellige Lernprozesse anstoßen können, die zu einer Stärkung ihrer Kooperations- und Absorptionsfähigkeit der teilnehmenden Unternehmen führen. Der wahrgenommene Nutzen und Erfolg des Matchmakings hängt jedoch stark vom Umfang und der Qualität der durch die durchführende intermediäre Organisation angebotenen Service- und Unterstützungsangebote vor, während und nach dem Event ab. So kann der Intermediär dazu beitragen, die durch die hohe Asymmetrie zwischen Start-ups und Bestandsunternehmen bedingten Transaktionskosten für die Suche, Identifikation, Prüfung und Auswahl der Partner erheblich zu reduzieren. Weiterhin können Unterstützungsleistungen wie vorbereitende Trainings, Coachings oder Informationszusammenstellungen dazu beitragen, bestehende kognitive Distanzen (strukturelle, mentale und kulturelle Unterschiede) abzumildern und eine erfolgreiche Kooperationsanbahnung wahrscheinlicher zu machen.

Mit ihren Befunden eröffnet die Untersuchung neue empirische Evidenz über den Nutzen und dessen Determinanten von Matchmaking-Events sowie über die Rolle und Funktion, die intermediären Organisationen in diesem Zusammenhang zukommen. Der Beitrag adressiert gleichermaßen sowohl die wissenschaftliche Diskussion über neue Innovations- und Kooperationsstrategien von etablierten Unternehmen im Kontext großer sozioökonomischer Transformationen als auch die Forschung hinsichtlich sich wandelnder Akteurs- und Netzwerkbeziehungen sowie der Rolle intermediärer Organisationen bei Transformationsprozessen von Innovationssystemen.

Aus anwendungsbezogener Perspektive machen die Ergebnisse deutlich, dass eine Teilnahme an Matchmaking-Events für Bestandsunternehmen und Start-ups gleichermaßen eine Erfolg versprechende innovationsstrategische Option darstellt – nicht nur im Sinne der tatsächlichen Kooperationsanbahnung, sondern auch im Hinblick auf Lern- und Netzwerkeffekte. Aus Perspektive intermediärer Organisationen wird die Relevanz der Ausgestaltung bzw. des Event-Designs deutlich. Neben ersten konkreten Erfahrungen und Empfehlungen, weisen die Ergebnisse insbesondere auf neue Rollen und Funktionen von Intermediären im Innovationssystem und die damit einhergehenden neuen Kompetenzanforderungen hin.

Wie am Ende des vorangehenden Kapitels erörtert, können Matchmaking-Events zur Erreichung von innovations- und technologiepolitischen Transformationszielen im Rahmen einer missionsorientierten Innovationspolitik durchaus ein potenziell erfolgsträchtiges Instrument insbesondere durch Aktivierung von KMU und weniger FuE-intensiven Unternehmen darstellen – sofern sie in einem Netzwerk von entsprechend geeigneten intermediären Organisationen

institutionell verankert werden. So können durch passende Service- und Unterstützungsangebote Unternehmen dabei unterstützt werden, auch größere kognitive Distanzen zu Innovationspartnern erfolgreich zu bewältigen und von der Kooperation zu profitieren.

Für robustere oder gar konkretere Empfehlungen sind, ausgehend von den hier diskutierten Befunden, jedoch weitere Forschungsarbeiten notwendig. Erstens sind weitere quantitative Analysen zu den mittel- und langfristigen Effekten von Matchmaking-Events mittels längerer Datenhorizonte notwendig. Es fehlen Langzeituntersuchungen, wie erfolgreich und dauerhaft die durch Matchmaking-Events angestoßenen Kooperationsbeziehungen im Vergleich zu Kooperationen sind, die unabhängig davon zustande gekommen sind. Ebenso stellt sich die Frage der Additionalität, sprich: Kann Matchmaking tatsächlich dazu beitragen, Innovationskooperationen und Wissenstransfer anzustoßen, die ohne diese Events in dieser Form, Intensität oder mit diesem Erfolg aufgrund von Markt- oder Systemversagen nicht erfolgt wären?

Gleichermaßen wichtig ist ein noch besseres Verständnis der Wirkung unterschiedlicher Event-Designs (zum Beispiel »Speed-Dating« versus längerfristige Betreuung) und deren begleitender Service- und Unterstützungsangebote. Neben vergleichenden Ex-post-Analysen ist hierbei idealerweise an begleitende Forschungsprojekte zu denken, die vor, während und nach den Matchmaking-Events entsprechende Daten und Informationen erheben und somit kausale Wirkmechanismen identifizieren können: zum Beispiel zwischen Umfang und Intensität der begleitenden Services und Unterstützungsangebote, der kognitiven Distanz der Teilnehmenden, breite versus enge Themenspektren, institutionelle Verankerung der intermediären Organisationen, Vor-/Nachteile einzelner versus mehrerer durchführender Intermediäre.

Ebenfalls wichtig sind weiterführende qualitative Untersuchungen zum Verständnis der mikropolitischen Aspekte dieser Kooperations-Events. Was passiert beispielsweise, wenn sich die intermediäre Organisation im Verlauf zurückzieht und die Partner selbstständig die Kooperation fortführen müssen? Was ist der »richtige« Zeitpunkt hierfür?

Nicht zuletzt stellt sich die Frage, wie und inwiefern sich die Rollen und Funktionen intermediärer Organisationen im Kontext von sozioökonomischen Transformationsprozessen selbst ändern. Während die aktuelle Literatur bereits neue und unterschiedlichen Rollen und Funktionen identifiziert hat, ist noch weitgehend unklar, mit welchen Kompetenzen, Strukturen, Prozessen, Ressourcenanforderungen oder neuen Geschäftsmodellen diese verbunden sind bzw. wie Intermediäre diese durch eigene Innovationsaktivitäten erfolgreich umsetzen können.

Literatur

Accenture (2015): Harnessing the Power of Entrepreneurs to Open Innovation. Istanbul. Online verfügbar unter https://www.accenture.com/t20151005T162506__w__/usen/_acnmedia/Accenture/next-gen/B20/Accenture-G20-YEA-2015-Open-InnovationExecutive-Summary.pdf, zuletzt geprüft am 16.07.2020.

Alvarez, S.; Barney, J. (2001): How entrepreneurial firms can benefit from alliances with large partners. In: *Academy of Management Executive* 15(1), S. 139–148.

Andersson, M.; Xiao, J. (2016): Acquisitions of start-ups by incumbent businesses: A market selection process of »high-quality« entrants? In: *Research Policy* 45(1), S. 272–290. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.002, zuletzt geprüft am 30.05.2023.

Bannerjee, S.; Bielli, S.; Haley, C. (2016): Scaling together: Overcoming barriers in corporate-startup collaboration. Nesta. Online verfügbar unter https://media.nesta.org.uk/documents/scaling_together_.pdf, zuletzt geprüft am 30.05.2023.

Baumol, W. J. (2002): Entrepreneurship, Innovation and Growth: The David-Goliath Symbiosis In: *Journal of Entrepreneurial Finance and Business Ventures*, 7(2), 1–10. Online verfügbar unter https://doi.org/10.57229/2373-1761.1087, zuletzt geprüft am 30.05.2023.

Becker, W.; Ulrich, P.; Botzkowski, T.; Fibitz, A.; Stradtmann, M. (2018): Kooperationen zwischen Mittelstand und Start-up-Unternehmen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Bierwisch, A.; Cramer, A.; Som, O.; Tollinger, V. (2021): Love at First Sight? Assessing the Success of Matchmaking Events, Paper accepted for oral presentation at the ISPIM Innovation Conference, Berlin, Germany on 20–23 June 2021. Event Proceedings: LUT Scientific and Expertise Publications.

Boon, W. P.; Moors, E. H.; Kuhlmann, S.; Smits, R. E. (2011): Demand articulation in emerging technologies: intermediary user organisations as co-producers? In: *Research Policy* 40, S. 242–252. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.006, zuletzt geprüft am 30.05.2023.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik, Fraunhofer ISI Discussion Papers. In: *Innovation Systems and Policy Analysis* Nr. 67, Karlsruhe, Fraunhofer.

Carlson, J.; Rosenberger, P. J.; Rahman, M. M. (2015): Cultivating group-oriented travel behaviour to major events: assessing the importance of customer-perceived value, enduring event involvement and attitude towards the host destination. In: *Journal of Marketing Management* 31(9–10), S. 1065–1089. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1080/0267257X.2015.1035309, zuletzt geprüft am 30.05.2023.

Christensen, C. (1997): The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. The management of innovation and change series. Boston, Mass., Harvard Business School Press.

Das, T. K.; He, I. Y. (2006): Entrepreneurial firms in search of established partners: Review and recommendations. In: *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research* 12(3), S. 114–143. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1108/13552550610667422, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

De Groote, J. K.; Backmann, J. (2020): Initiating Open Innovation Collaborations between Incumbents and Startups: How can David and Goliath get along? International Journal

of Innovation Management, 24(2), 1–33. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1142/s1363919620500115, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Dingler, A.; Enkel, E. (2016): Cross-Industry Innovation In: Abele, T. (Hrsg.): Die frühe Phase des Innovationsprozesses. Frankfurt, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 109–122. Online verfügbar unter
http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-09722-6_7, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Engels, B.; Röhl, K.-H. (2019): Start-ups und Mittelstand. Potenziale und Herausforderungen von Kooperationen: IW-Analysen, Nr. 134. Köln. Online verfügbar unter https://www.econstor.eu/bitstream/10419/213082/1/1687398674.pdf, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Gassmann, O.; Daiber, M.; Enkel, E. (2011): The role of intermediaries in cross-industry innovation processes. In: *R&D Management* 41(5), S. 457–469. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00651.x, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Gattringer, R.; Wiener, M.; Strehl, F. (2017): The challenge of partner selection in collaborative foresight projects. In: *Technological Forecasting and Social Change* 120, S. 298–310. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.018, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Geels, F. W. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. In: *Environmental Innovation Societal Transitions* 1, 24–40. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Gliedt, T.; Hoicka, C. E.; Jackson, N. (2018): Innovation intermediaries accelerating environmental sustainability transitions. In*: Journal of Cleaner Production* 174, S. 1247–1261. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.054, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Grimaldi, M.; Quinto, I.; Rippa, P. (2013): Enabling Open Innovation in Small and Medium Enterprises: A Dynamic Capabilities Approach. In: *Knowledge and Process Management* 20(4), S. 199–210.

Hahn, K. (2013): Heterogene Akteure als Innovationspartner. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-03153-4, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Hakanson, L.; Caessens, P.; MacAulay, S. (2011): InnovationXchange: A Case Study in Innovation Intermediation. Innovation: In: *Management, Policy & Practice* 13, 261–274. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2340957, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Hakkarainen, L.; Hyysalo, S. (2016): The Evolution of Intermediary Activities: Broadening the Concept of Facilitation in Living Labs. In: *Technology Innovation Management Review* 6(1), S. 45–58.

Hargadon, A.; Sutton, R. I. (1997): Technology Brokering and Innovation in a Product Development Firm. In: *Administrative Science Quarterly* 42(4), S. 716–749. Online verfügbar unter https://doi.org/10.2307/2393655, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Harland, P. E.; Nienaber, A.-M. (2014): Solving the matchmaking dilemma between companies and external idea contributors. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 26(6), S. 639–653. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2014.919378, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Hirsch-Kreinsen, H. (2007): Lowtech. Innovationsmuster und Entwicklungschancen. In: Abel, J., Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg.): Lowtech-Unternehmen am Hightech-Standort. Berlin: edition sigma, S. 253–280.

Holzmann, T.; Sailer, K.; Katzy, B. R. (2014): Matchmaking as multi-sided market for open innovation. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 26(6), S. 601–615. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2014.913786, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Howells, J. (2006): Intermediation and the role of intermediaries in innovation. In: *Research Policy* 35(5), S. 715–728. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

IfM (2018): Die größten Familienunternehmen in Deutschland: Unternehmensbefragung 2018 – Kooperationen mit Start-ups. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/326345397_Die_grossten_Familienunternehmen_in_Deutschland_Unternehmensbefragung_2018-Kooperationen_mit_Start-ups, zuletzt geprüft am 27.06.2023.

Islam, N.; Buxmann, P.; Ding, D. (2017): Fostering Digital Innovation Through Inter-Organizational Collaboration between Incumbent Firms and Start-Ups, Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães, Portugal, June 5–10, 2017, S. 1029–1043. Online verfügbar unter https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/67, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Jackson, P.; Richter, N. (2017): Situational Logic: An analysis of open innovation using corporate accelerators. In: *International Journal of Innovation Management* 21(07), S. 1750062. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1142/S1363919617500621, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Jensen, M.; Johnson, B.; Lorenz, E.; Lundvall, B. A. (2007): Forms of knowledge and modes of innovation. In: *Research Policy* 36, S. 680–693.

Kanda, W.; del Rio, P.; Hjelm, O.; Bienkowska, D. (2019): A technological innovation systems approach to analyse the roles of intermediaries in eco-innovation. In: *Journal of Cleaner Production* 227, S. 1136–1148. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.230, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Kask, J.; Linton, G. (2013): Business mating: when start-ups get it right. In: *Journal of Small Business & Entrepreneurship* 26(5), S. 511–536. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1080/08276331.2013.876765, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Katzy, B.; Turgut, E.; Holzmann, T.; Sailer, K. (2013): Innovation intermediaries: a process view on open innovation coordination. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 25(3), S. 295–309. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1080/09537325.2013.764982, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Ketchen, D. J.; Ireland, R. D.; Snow, C. C. (2007): Strategic entrepreneurship, collaborative innovation, and wealth creation. In: *Strategic Entrepreneurship Journal* 1(3-4), S. 371–385. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1002/sej.20, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Kivimaa, P. (2014): Government-affiliated intermediary organisations as actors in system-level transitions. In: *Research Policy* 43, S. 1370–1380. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.02.007, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Kivimaa, P.; Boon, W.; Hyysalo, S.; Klerkx, L. (2019): Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: A systematic review and research agenda, In: *Research Policy* 48, S. 1062–1075. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.006, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Kuhlmann, S.; Arnold, E. (2001): RCN in the Norwegian Research and Innovation System: In: Background Report Nr. 12. Universität Twente. Online verfügbar unter https://ris.utwente.nl/ws/files/15070352/RCN_in_the_Norwegian_Research_and_Innovation_Syste_1_.pdf, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Kundurpi, A.; Westmann, L.; Luederitz, C.; Burch, S.; Mercado, A. (2021): Navigating between adaptation and transformation: How intermediaries support businesses in sustainability

transitions. In: *Journal of Cleaner Production* 283, S. 125366. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125366, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Lee, S.; Park, G.; Yoon, B.; Park, J. (2010): Open innovation in SMEs – An intermediated network model. In: *Research Policy* 39(2), S. 290–300. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.12.009, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Leonard-Barton, D. (1992): Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. In: *Strategic Management Journal* 13(S1), S. 111–125. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1002/smj.4250131009, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Löher, J.; Paschke, M.; Schröder, C. (2017): Kooperationen zwischen etabliertem Mittelstand und Startups. IfM-Materialien Nr. 258. Bonn. Online verfügbar unter https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm_materialien/dokumente/IfM-Materialien-258_2017.pdf, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Ma, X.-F.; Kaldenbach, M.; Katzy, B. (2014): Cross-border innovation intermediaries – matchmaking across institutional contexts. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 26(6), S. 703–716. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1080/09537325.2014.899346, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Matzler, K.; Bailom, F.; von den Eichen, F.; Anschober, M. (2016): Digital Disruption. Franz Vahlen Verlag.

Mercandetti, F.; Larbig, C.; Tuozzo, V.; Steiner, T. (2017). Innovation by collaboration between startups and SMEs in Switzerland. In: *Technology Innovation Management Review* 7(12), S. 23–31.

Miller, D. J.; Fern, M. J.; Cardinal, L. B. (2007): The Use of Knowledge for Technological Innovation within Diversified Firms In: *Academy of Management Journal* 50(2), S. 307–325. Online verfügbar unter https://doi.org/10.5465/amj.2007.24634437, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Minshall, T. (2003): Alliance business models for university start-up technology ventures: a resource based perspective [Conference Presentation]. 11th Annual High Tech Small Firms Conference. Manchester.

Minshall, T.; Mortara, L.; Elia, S.; Probert, D. (2008): Development of practitioner guidelines for partnerships between start-ups and large firms. In: *Journal of Manufacturing Technology Management* 19(3), S. 391–406. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1108/17410380810853803, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Minshall, T.; Mortara, L.; Valli, R.; Probert, D. (2010): Making »Asymmetric« Partnerships Work. In: *Research-Technology Management* 53(3), S. 53–63. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1080/08956308.2010.11657631, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Müller, J. M.; Buliga, O.; Voigt, K.-I. (2018): Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. In: *Technological Forecasting and Social Change* 132, S. 2–17. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Nooteboom, B. (1999): Innovation and Inter-Firm Linkages: New Implications for Policy. In: *Research Policy* 28(8), S. 793–805. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00022-0, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Nooteboom, B. (2010): A Cognitive Theory of the Firm: Learning, Governance and Dynamic Capabilities, Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.

Nooteboom, B.; Vanhaverbeke, W.; Duysters, G.; Gilsing, V. A.; van den Oord, A. (2006): Optimal Cognitive Distance and Absorptive Capacity (April 2006). CentER Discussion Paper Series

No. 2006–33. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.903745, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Olbrich, R. (2006): Marketing: Eine Einführung in die marktorientierte Unternehmensführung (2. überarbeitete Edition). Berlin: Springer-Verlag.

Onetti, A. (2021): Turning open innovation into practice: trends in European corporates. In: *Journal of Business Strategy* 42(1), S. 51–58. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1108/JBS-07-2019-0138, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Oughton, D.; Mortara, L.; Minshall, T. (2013): Managing asymmetric relationships in open innovation: lessons from multinational companies and SMEs. In Martinez, M. G. (Hrsg.): Open Innovation in the Food and Beverage Industry, Oxford: Woodhead Publishing, S. 276–293. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1533/9780857097248.3.276, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Palmié, M.; Boehm, J.; Friedrich, J.; Parida, V.; Wincent, J.; Kahlert, J.; Gassmann, O.; Sjödin, O. (2021): Startups versus incumbents in ›green‹ industry transformations: A comparative study of business model archetypes in the electrical power sector In: *Industrial Marketing Management* 96, S. 35–49. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.04.003, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Partanen, J.; Chetty, S. K.; Rajala, A. (2014): Innovation Types and Network Relationships. In: *Entrepreneurship Theory and Practice* 38(5), S. 1027–1055. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2011.00474.x, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Polzin, F.; von Flotow, P.; Klerkx, L. (2016): Addressing barriers to eco-innovation: exploring the finance mobilisation functions of institutional innovation intermediaries. In: *Technological Forecasting and Social Change* 103, S. 34–46. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.001, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Porto Gómez, I.; Otegi Olaso, J. R.; Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2016): Trust builders as open Innovation intermediaries. In: *Innovation* 18(2), S. 145–163. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1080/14479338.2016.1187574, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Powell, W. W.; Koput, K. W.; Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. In: *Administrative Science Quarterly* 41(1), S. 116–145. Online verfügbar unter https://doi.org/10.2307/2393988, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Prashantham, S.; Birkinshaw, J. (2008): Dancing with Gorillas: How Small Companies Can Partner Effectively with MNCs. In: *California Management Review* 51(1), S. 6–23. Online verfügbar unter https://doi.org/10.2307/41166466, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Sapsed, J.; Grantham, A.; DeFillippi, R. (2007): A bridge over troubled waters: Bridging organisations and entrepreneurial opportunities in emerging sectors. In: *Research Policy* 36(9), S. 1314–1334. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.05.003, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Shah, R. H.; Swaminathan, V. (2008): Factors influencing partner selection in strategic alliances: the moderating role of alliance context. In: *Strategic Management Journal* 29(5), S. 471–494. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1002/smj.656, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Som, O. (2012): Innovation without R&D. Heterogeneous innovation patterns of non-R&D-performing firms in the German manufacturing industry. Wiesbaden, Springer-Gabler.

Som, O.; Dreher, C.; Jäger, A.; Kovac, M., Eppinger, E.; Schwäbe, C. (2018): Entwicklungsperspektiven des industriellen Mittelstands: Veränderte Innovationsmuster für neue Herausforde-

rungen deutscher KMU (VIVA-KMU), interner Abschlussbericht, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Deutschland (verfügbar auf Anfrage bei Autoren).

Som, O.; Krebs, L. (2021): Designing Matchmaking Events to Create Benefit for Start-Up-Incumbent Collaboration, Paper accepted for oral presentation at the ISPIM Innovation Conference, Berlin, Germany on 20–23 June 2021. Event Proceedings: LUT Scientific and Expertise Publications.

Sørensen, J. B.; Stuart, T. E. (2000): Aging, Obsolescence, and Organizational Innovation. In: *Administrative Science Quarterly* 45(1), S. 81–112.

Usman, M.; Vanhaverbeke, W. (2017): How start-ups successfully organize and manage open innovation with large companies. In: *European Journal of Innovation Management* 20(1), S. 171–186.

Van Lente, H.; Smits, R.; Hekkert, M. P.; Van Waveren, B. (2003): Roles of systemic intermediaries in transition processes. In: *International Journal of Innovation Management* 7(3), S. 247–279.

Van Lente, H.; Boon, W. P. C.; Klerkx, L. (2020): Positioning of systemic intermediaries in sustainability transitions: Between storylines and speech acts. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 36, S. 485–497. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.02.006, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Vanhaverbeke, W.; Vermeersch, I.; de Zutter, S. (2012): Open Innovation in SMEs: How can small companies and start-ups benefit from open innovation strategies? Leuven: Flanders DC.

Vanhaverbeke, W. (2017): Managing Open Innovation in SMEs. Cambridge: Cambridge University Press. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1017/9781139680981, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Vidmar, M. (2020): Enablers, Equippers, Shapers and Movers: A typology of innovation intermediaries' interventions and the development of an emergent innovation system. In: *Acta Astronautica* 179, S. 280–289. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.10.011, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Wallisch, M.; Hemeda, A. (2018): Mittelstand meets Startups 2018: Potenziale der Zusammenarbeit. Eschborn: RKW Kompetenzzentrum. Online verfügbar unter https://www.rkw-kompetenzzentrum.de/gruendung/studie/mittelstand-meets-startups-2018/, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Warnke, P.; Koschatzky, K.; Dönitz, E.; Zenker, A.; Stahlecker, T.; Som, O.; Cuhls, K.; Güth, S. (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions. Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis, No. 49. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

WEF (Hrsg.) (2018): Collaboration between Start-Ups and Corporates. A Practical Guide for Mutual Understanding. Geneva. Online verfügbar unter https://www.weforum.org/whitepapers/collaboration-between-start-ups-and-corporates-a-practical-guide-for-mutual-understanding/, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Weiblen, T.; Chesbrough, H. W. (2015): Engaging with Startups to Enhance Corporate Innovation. In: *California Management Review* 57(2), S. 66–90. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1525/cmr.2015.57.2.66, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Weidner, N.; Som, O.; Horvat, D. (2022): An integrated conceptual framework for analysing heterogeneous configurations of absorptive capacity in manufacturing firms with the DUI innovation mode, Technovation. In press, corrected proof. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102635, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Wrobel, M.; Schildhauer, T.; Preiß, K. (2017): Kooperationen zwischen Startups und Mittelstand: Learn. Match. Partner. Berlin: Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft.

Zinke, G.; Ferdinand, D. J.-P.; Groß, W.; Möring, J. L.; Nögel, L.; Petzold, S.; Richter, S.; Robeck, M. S.; Wessels, D. J. (2018): Trends in der Unterstützungslandschaft von Start-ups – Inkubatoren, Akzeleratoren und andere, Berlin: Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.

Innovation im Paradigmenwechsel – Überlegungen zur Neuausrichtung des Innovationssystems

Andreas Boes, Barbara Langes

1. Einführung

Die Innovationssysteme der Industriegesellschaften bewegen sich seit einigen Jahren in einem Szenario des grundlegenden Wandels (Blättel-Mink/Ebner 2020). In der internationalen Forschung wird allenthalben auf Entwicklungen verwiesen, die auf tiefgreifende Veränderungen von Innovationsprozessen und die Notwendigkeit weitreichender Anpassungsleistungen in Unternehmen und nationalen Innovationssystemen hinweisen. Damit geht die Forderung nach einer Neuorientierung der nationalen Innovationspolitiken einher.

Im Mittelpunkt des beschriebenen Veränderungsszenarios der Innovationssysteme stehen Neuorientierungsprozesse in den Unternehmen. Diese wiederum stehen in engem Zusammenhang mit einer neuen Phase der digitalen Transformation, die wesentlich mit der Verbreitung des Internets seit den 1990er Jahren verbunden ist. Wurde die Digitalisierung bis zu dieser Phase weitgehend als eine inkrementelle, ausschließlich von technischen Faktoren induzierte Veränderung interpretiert, die sich weitgehend im Kompetenzbereich der technischen Disziplinen erfolgreich bewältigen ließ, so wirkt sie seitdem als Motor eines »Produktivkraftsprungs« (Boes 2005), der einen komplexen Neuorientierungsprozess in Wertschöpfung und Innovation verlangt. Diese Entwicklung prägt mittlerweile auch die Innovationsstrategien deutscher Unternehmen und stellt diese vor grundlegend neue Herausforderungen. Gerade die erfolgreichen und nach Bewertungsmaßstäben der Innovationsforschung hoch innovativen Unternehmen in der Industrie sehen sich mit dem Anspruch der »Neuerfindung« (Volkswagen AG 2021) und der Notwendigkeit einer strategischen Neuorientierung konfrontiert und verändern ihr Innovationssystem grundlegend. Wirtschaft und Gesellschaft werden in diesem Kontext zunehmend im Lichte grundlegender, zum Teil sogar »disruptiver« Veränderungen wahrgenommen.

Zentral in diesem Kontext ist die deutlich gestiegene Bedeutung von Konzepten der »Open Innovation« (Chesbrough 2003). Die Öffnung der Innovationen nimmt

tendenziell die Form an, dass diese nicht mehr in geschlossenen Entwicklungsabteilungen erbracht werden, sondern in »Ecosystemen« (Junker/Büdding 2022). In der Folge erhält die »branchen- und sektorenübergreifende Innovation« (Botthof et al. 2020) eine prägende Bedeutung. Eng damit verbunden wird eine radikale Verkürzung von Innovationszyklen (ten Hompel et al. 2019) konstatiert, die nicht zuletzt die Verbreitung von agilen Konzepten als Modus der Organisation von Innovation und Arbeit (Boes et al. 2018; Gergs/Lakeit 2020) in Wirtschaft und Verwaltung befördert. Angenommen wird daher, dass es einen »Paradigmenwechsel hin zu agilen und transformativen Innovationssystemen« (Botthof et al. 2020) gebe, auf den sich die Politik einstellen müsse. Innovationssysteme müssten sich folglich »neu denken« (ebd.).

Die aktive Auseinandersetzung mit dem Wandel des Charakters von Innovationen und den daraus erwachsenden Anforderungen an entsprechende politische Rahmenbedingungen prägt daher die gegenwärtigen Suchprozesse zur Neuausrichtung der Forschungs- und Innovationspolitik und die Vorschläge zu deren Erneuerung. Der Schlüsselbegriff in diesem Kontext ist »Transformation«. Bestimmend in diesem Neuorientierungsprozess ist die Annahme, dass die Innovations- und Forschungspolitik in einer Phase der gesellschaftlichen Transformation zum strategischen Instrument wird, um gesellschaftlichen Wandel aktiv zu gestalten. Folglich setzt sich die Überzeugung durch, dass Politik nicht nur einen fairen Wettbewerb sicherzustellen hat, sondern im Prozess der Transformation eine orientierende und gestaltende Rolle einnehmen muss. Mit Blick auf die Entwicklung in der Europäischen Union resultieren diese Überlegungen zum einen in der Hinwendung zu einer missionsorientierten Forschung (Mazzucato 2018). Zum anderen deuten die Initiativen der deutschen Ministerien, wie die Gründung der Agentur für Sprunginnovation (SprinD), die bereits ihre Arbeit aufgenommen hat, und die geplante Gründung der Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI), auf entsprechende Neuorientierungen hin.

Im folgenden Beitrag verfolgen wir das Ziel, aus der Perspektive einer sozialwissenschaftlich geprägten Innovationsforschung ein Deutungsangebot zum Verständnis der Neuorientierungsprozesse in den Unternehmen und dem Wandel von Innovationen vorzulegen. Dabei vertreten wir die These, dass die aktuellen Veränderungen, die in der Innovationsforschung beschrieben werden und eine Neuausrichtung der deutschen Forschungs- und Innovationspolitik erforderlich zu machen scheinen, als Teil eines grundlegenden Umbaus des Innovationssystems im Kontext eines Paradigmenwechsels im System der Wertschöpfung zu verstehen sind. Wir plädieren dafür, ein tieferes Verständnis dieses Paradigmenwechsels in Wertschöpfung und Innovation zur Grundlage der notwendigen Anstrengungen zur Innovation des Innovationssystems zu machen.

Der Aufbau ist wie folgt: Im ersten Schritt entwickeln wir aus der soziologischen Perspektive der Informatisierung ein eigenes Verständnis der digitalen Transformation und zeigen, dass der derzeit diskutierte Wandel des Charakters von Innovationen Teil eines Paradigmenwechsels in der Wirtschaft ist, der Unternehmen vor die Herausforderung stellt, Wertschöpfung grundlegend zu innovieren. Aufbauend darauf, stellen wir die Befunde unserer empirischen Forschung zur strategischen Neuausrichtung der deutschen Industrie vor. Am Beispiel der Automobilindustrie, genauer der Transformation von VW, zeigen wir, wie sich der Charakter von Innovationen verändert. Abschließend gehen wir der Frage nach, welche Implikationen sich daraus für die Innovation des Innovationssystems ergeben.

2. Deutungsangebot: Paradigmenwechsel in der Wirtschaft

Der in der Innovationsforschung beschriebene Wandel des betrieblichen Innovationssystems kann aus einer »produktivkrafttheoretischen Perspektive« (Boes/Kämpf 2012) als Moment eines Paradigmenwechsels in der Wirtschaft interpretiert werden. Ausgehend vom Aufstieg des Internets und dem damit verbundenen Produktivkraftsprung, hat sich in den Unternehmen ein neues Paradigma des Wirtschaftens herausgebildet, das sich in einem neuen Muster der Wertschöpfung manifestiert (Boes/Langes 2019; Boes et al. 2019). Dieses beinhaltet wiederum eine grundlegende Veränderung der Charakteristik von Innovation in der Wertschöpfung.

Ausgangspunkt unserer Überlegungen ist die digitale Transformation und das damit verbundene Erleben eines grundlegenden, disruptiven Umbruchs in der Wirtschaft. Diese Transformation stellt sich aus der Perspektive der Informatisierung (Baukrowitz/Boes 1996) als eine Verschiebung der Produktivkraftstruktur der Gesellschaft dar. Mit dem Aufstieg und der Verbreitung des Internets in der Gesellschaft ist nicht nur eine neue weltweite technische Infrastruktur, sondern ein global verfügbarer »Informationsraum« (Baukrowitz/Boes 1996; Boes 2005) entstanden. Als neue soziale Handlungsebene ermöglicht dieser, in einer neuen Qualität Informationen und Wissen zu teilen, miteinander zu kommunizieren und zu kollaborieren sowie die materiell-stoffliche Welt zu analysieren und steuernd in sie einzugreifen. Diese Entwicklung führte in den 1990er Jahren vornehmlich in den Unternehmen des Silicon Valley zu Suchprozessen nach einer ökonomischen Verwertung des Internets, die in ein neues Paradigma des Wirtschaftens mündete.

Im Anschluss an Thomas Kuhn (1969) begreifen wir Paradigmen als komplexe, theoriegeleitete und tief in die tradierte Praxis und deren institutionelles System eingelassene Muster, innerhalb derer große soziale Gruppen ihr Weltverständnis

und ihre Handlungsmuster entwickeln, reflektieren und legitimieren. Paradigmen wirken hierdurch wie »Leuchtstreifen« der sozialen Entwicklung – und sind selbst bei Anomalien und Krisen beständig. Wie Kuhn mit Blick auf die Wissenschaftsgeschichte aufgezeigt hat, bilden sich neue Paradigmen in der Regel zunächst parallel zum dominierenden Paradigma heraus. Erst wenn die neuen Paradigmen bessere Antworten liefern und immer mehr Mitstreiter*innen gewinnen, entsteht in der Praxis ein Ringen um Vorherrschaft, bis sich eines der Paradigmen durchsetzt. Diese Sicht auf die Entwicklung von Erkenntnis und Wissen hielt auch Einzug in die technikfokussierte Innovationsforschung, um die Pfadabhängigkeit von technologischen Entwicklungen bzw. Disruptionen zu beschreiben (Dosi 1982; Peine 2006). An diese Denktradition schließen wir an, gehen aber darüber hinaus, indem wir uns nicht auf Technologiesprünge beschränken, sondern eine produktivkrafttheoretische Perspektive auf die Strategien von Unternehmen einnehmen, durch die historische Produktivkraftsprünge sichtbar werden.

Folgt man dieser Perspektive, so ist die Entwicklung der Wirtschaft seit mehr als 150 Jahren maßgeblich vom Paradigma der »großen Industrie« (Marx) bestimmt (Boes et al. 2019). Dieses zeichnet sich durch die Fokussierung auf materiell-stoffliche Austauschbeziehungen und die Erstellung physisch bestimmter Produkte aus. Es kann idealtypisch in Industriekonzernen beobachtet werden, die eine bestimmte Gestaltung von Wertschöpfung ausgeprägt haben. Ausgehend von den Maschinensystemen der Industrie, haben sich in einem langen historischen Prozess spezifische Regulationsformen und Muster der gesellschaftlichen Entwicklung herausgebildet und eine kohärente »Produktionsweise« hervorgebracht (Boes/Kämpf 2021).

Parallel zu diesem Paradigma lässt sich seit den 1990er Jahren, ausgehend von einer Gruppe von Vorreitern im Silicon Valley, ein neues Paradigma des Wirtschaftens erkennen, die Informationsökonomie (Boes et al. 2019). Dieses Paradigma kann idealtypisch bei den Internetpionieren und Cloud-Companies beobachtet werden, die nach und nach gelernt haben, den »Informationsraum« in seiner Qualität als weltweit verfügbarer neuartiger sozialer Handlungsraum ins Zentrum ihrer Wertschöpfung zu stellen. In diesem Paradigma bilden also Informationen bzw. der Informationsraum den Ausgangspunkt von Wertschöpfung und nicht mehr die materiell-stofflich bestimmten Produkte und Prozesse (Boes et al. 2019). Dieses Paradigma war zunächst vor allem in Internet-Start-ups und Cloud-Companies, die als Vorreiter neue Möglichkeiten der Gestaltung von Wertschöpfung im Informationsraum erprobten, zu beobachten, diffundiert derzeit aber in die industriellen Kerne und Dienstleistungsbereiche.

Was zeichnet das Paradigma der Informationsökonomie aus? Wir konnten drei Prinzipien identifizieren: Die Wertschöpfung ist von Informationen her konzipiert, die Umwandlung von Daten in Innovationen fungiert als Motor per-

manenter Innovation und der Informationsraum wird als ganzheitlicher Raum der Produktion genutzt. Bringt man diese Prinzipien zusammen, lässt sich ein neues Muster der Wertschöpfung erkennen. Den Ausgangspunkt und »Rohstoff« der Wertschöpfung bilden die im Informationsraum anfallenden Daten. Bearbeitet und »veredelt« wird dieser »Rohstoff« von Menschen im Arbeitsprozess: Sie verwandeln Daten in sinnvolle Information, beantworten die entscheidende Frage, welche Gebrauchswerte mit den Daten überhaupt geschaffen werden können, und überführen sie dann in neue oder verbesserte Produkte, Prozesse oder gar ganze Geschäftsmodelle – die wiederum neue Daten »produzieren«. Dieser Kreislauf permanenten Lernens wird zum inneren Bewegungsmoment der Unternehmen der Informationsökonomie (Boes et al. 2019; Langes/Vogl 2019). Daten sind nun nicht mehr ein nachgeordnetes Anhängsel der Produktion. Vielmehr wird die Fähigkeit, die Welt der Daten zu beherrschen, zur Grundlage dafür, selbst reife Märkte disruptiv zu verändern und sich an die Spitze der Wertschöpfungsketten zu setzen.

Die Besonderheiten des neuen Paradigmas der Wertschöpfung lassen sich am Beispiel von Tesla besonders eindrücklich beschreiben. Dieses Unternehmen ist erfolgreich, weil es in der Lage ist, industrielle Produktion im Automobilbau nach den Prinzipien der Informationsökonomie zu betreiben. Die große Stärke von Tesla liegt darin, dass es so Autos baut, wie Google das Internet nutzbar macht, Amazon seinen Marktplatz betreibt, Netflix die Filmindustrie revolutioniert oder Salesforce Software-as-a-Service liefert. Mit anderen Worten: Dem Erfolg von Tesla liegt ein an den Produktivkraftsprung angepasstes, neues Paradigma der Wertschöpfung und ein neuer Innovationsmodus zugrunde.

Die Basis der Wertschöpfung ist die konsequente Nutzung des Informationsraums. Das Auto wird hier zu einem Objekt in diesem digitalen Raum und steht unter einer datenbasierten Dauerbeobachtung. Die Masse an Daten ermöglicht es dem Unternehmen, in völlig neuer Qualität Informationen über die Nutzung des Autos zu gewinnen und zu analysieren. Diese Erkenntnisse werden vom Unternehmen genutzt, um in permanenten Lernschleifen Verbesserungen am Produkt oder sogar am Geschäftsmodell insgesamt vorzunehmen. Auf dieser Grundlage dringt das Unternehmen in neue Märkte vor und erweitert sein Geschäftsmodell weit über die Grenzen des klassischen Automobilbaus hinaus. Heute mag es für Tesla zum Beispiel um neuartige, an das individuelle Fahrverhalten gekoppelte Versicherungen gehen oder darum, die Autos als Energiespeicher zu nutzen – und morgen vielleicht um Plattformen, über die »autonom« fahrende Autos als Dienstleistung genutzt werden können.

Gleichzeitig bilden diese Daten jedoch auch die Grundlage für Innovationen der Autos selbst sowie den Prozess zu dessen Produktion. Tesla hat nicht nur sehr dichte Daten für das Machine Learning beim hochautomatisierten Fahren.

Das Unternehmen weiß auch besser als jeder Wettbewerber, wie man Batterielaufzeiten optimiert und eine Bremse entsprechend parametrisiert. Vor diesem Hintergrund überrascht die große Fertigungstiefe in strategischen Technologiefeldern wie Chips oder Batterien nicht. Es gehört zur DNA von Tesla, solchen wettbewerbsentscheidenden Technologien systematisch auf den Grund zu gehen. Und weil die Echtzeitdaten eine hervorragende empirische Analysegrundlage liefern, kommt Tesla viel schneller als andere Wettbewerber zu neuen Innovationsimpulsen.

Der Innovationsmodus von Tesla zielt im Ideal auf eine »Innovation in Permanenz« (Boes et al. 2019) und die Integration von Innovation, Fertigung und Vertrieb zu einem neuen Produktionskonzept. Anders als bei klassischen Automobilherstellern werden die Autos von Tesla nicht fertig an den Kunden ausgeliefert, sondern über kontinuierliche Software-Updates via Internet (over the air, OTA) permanent optimiert und auch in ihrer Funktionalität erweitert. Zugespitzt formuliert: Tesla baut Autos so, wie heute Internet-Unternehmen ihren Kunden Software cloudbasiert zur Verfügung stellen.

Diese Produktionsweise erfordert auch neue Konzepte der Arbeitsorganisation im Unternehmen. Insbesondere Agilität erweist sich als ein strategisches Konzept für eine neue Organisation von Innovation. Wenn Unternehmen als Zulieferer von Tesla fungieren wollen, müssen sie in der Lage sein, nach agilen Standards zusammenzuarbeiten. Agile Arbeitsformen werden so zum Fundament einer Kultur der Disruption, in der Verbesserungen in permanenten Lernschleifen organisiert werden. Folgt man diesen Überlegungen, besteht der Vorsprung von Tesla zu traditionellen Automobilbauern nicht darin, dass Tesla in einem einmaligen Akt eine Sprunginnovation (zum Beispiel Elektromobilität) gelungen ist, auf der man sich nun ausruhen kann. Vielmehr befindet sich das Unternehmen in einem Prozess der permanenten Erneuerung, in dem es sich ständig neu erfindet. Die Überlegenheit dieses Innovationsmodus mündet in eine weitaus steilere Lernkurve, als sie die Unternehmen der klassischen Automobilindustrie aufweisen. Denn die stabile Empirie über eine dichte Datengrundlage, gepaart mit dem Modus der Innovation in Permanenz, erzeugt eine Dynamik, wie sie vergleichbar kein Wettbewerber im alten Paradigma vorweisen kann.

Der enorme Veränderungsimpuls, der aktuell von Tesla auf die deutsche Industrie ausgeht, resultiert also wesentlich daraus, dass es diesem Unternehmen gelungen ist, die Prinzipien des neuen Paradigmas der Wertschöpfung auf die Paradebranche des alten Paradigmas zu übertragen. Nachdem die Wirtschaft seit mehr als 150 Jahren vom Paradigma der Großen Industrie und einem darin angelegten Modus der Innovation bestimmt war, beginnt sich mit dem Aufstieg des Paradigmas der Informationsökonomie in den Unternehmen eine neue Idee der Gestaltung von Innovation und Wertschöpfung durchzusetzen. War die Frühpha-

se der Entwicklung noch davon geprägt, dass sich diese auf die IT-Industrie und die Konsumentenbereiche beschränkte und zunächst keine weitere Bedrohung für die deutsche Industriegesellschaft darstellte, entsteht durch ihr Vordringen in die industriellen Kerne und Dienstleistungsbereiche aktuell eine neue Situation. Etablierte Unternehmen, die sich über Jahrzehnte im Paradigma der Großen Industrie entwickelt haben, treffen jetzt auf neue Wettbewerber, die sich im Paradigma der Informationsökonomie entwickelt haben. Das Beispiel Tesla steht dafür idealtypisch.

Dies hat zur Folge, dass die angestammten Unternehmen jetzt vor der Herausforderung stehen, sich im Paradigma der Informationsökonomie strategisch neu aufzustellen – und in engem Zusammenhang dazu die Art und Weise, wie Innovation stattfindet, innovieren. Dabei können sie jedoch nicht wie ihre Wettbewerber auf der grünen Wiese neu anfangen, sondern sie müssen diesen Prozess vor dem Hintergrund der bisherigen Kernkompetenzen, Wertschöpfungskonzepte sowie gewachsenen Sozialbeziehungen vollziehen. Diese Mammutaufgabe wird derzeit unter erschwerten Bedingungen bearbeitet, angesichts der vielfältigen Krisenerfahrungen in Wirtschaft und Gesellschaft.

3. Blick in die Praxis: Strategische Neuorientierung der deutschen Industrie

3.1 Der lange Anlauf deutscher Unternehmen zum Paradigmenwechsel

Die Durchsetzung des neuen Paradigmas der Wertschöpfung und der damit einhergehende Wandel der Innovationssysteme in den Unternehmen betraf international betrachtet zunächst die IT-Industrie und einzelne Consumer-Branchen wie Musik, Film oder Buchhandel und führte hier zu teilweise »disruptiven« Veränderungen der internationalen Märkte (Winter 2017). Die Treiber dieser Entwicklung waren aber nicht die angestammten Unternehmen dieser Branchen, sondern Start-ups, die sich mit dem Internet einen Wettbewerbsvorteil erarbeitet hatten und diesen in den genannten Branchen nutzen konnten. Ein kurzer Blick auf die Gründungsdaten der heute bestimmenden Unternehmen wie Salesforce (1999), Google (1998), Amazon (1994) oder Facebook (2004) verdeutlicht dies eindrücklich. In Deutschland hat diese Entwicklung lange Zeit keine prägende Bedeutung gehabt. Dies zeigt sich deutlich an der Verbreitung des Cloud-Konzepts, das bei der Durchsetzung des neuen Paradigmas eine Schlüsselrolle spielt (Boes/Langes 2019). Während das Cloud-Konzept bereits 2007/08 in der IT-Welt seinen Durchbruch als »The Next Big Thing« erlebte und neue Bedeutung für den

Aufbau neuer Geschäftsmodelle erlangte (Heilige 2012; Gartner 2008), schien man in Deutschland aufgrund der hohen Bedeutung der klassischen Industrie und der hier vorherrschenden B2B-Geschäftsmodelle von den neuen Geschäftsmodellen rund um das Internet weniger betroffen als die Consumer-Branchen.

Neben einigen Start-up-Unternehmen war es die SAP SE, die hier eine Trendwende einläutete. Dieses Vorreiterunternehmen der europäischen IT-Industrie orientierte sich als erstes namhaftes deutsches Unternehmen in seiner Wertschöpfung auf das Cloud-Konzept und baute die Organisation der Wertschöpfung und Innovation nach den Prinzipien der Informationsökonomie um. SAP begann, Unternehmen mit einer Kernkompetenz im Cloud-Umfeld aufzukaufen. Und im Jahre 2014 verkündete der Vorstand die »Cloud first«-Strategie, nach der die Produktentwicklung konsequent auf das neue Konzept umgestellt wurde. Dies führte zu einer radikalen Innovation der SAP auf allen genannten Ebenen, also von der strategischen Identität als Cloud-Anbieter über die Organisation in Ökosystemen bis zu einer konsequenten Orientierung auf ein agiles Konzept der Arbeitsorganisation. Während SAP im alten Paradigma alle 18 Monate ein Release seines damaliges Kernprodukts auslieferte, ist man mittlerweile mithilfe der Entwicklung und des Betriebs der Software in der Cloud in der Lage, täglich Produktinnovationen für die Kunden live zu schalten.

Die Industrie in Deutschland zeigte lange Zeit kein strategisches Interesse an den sich abzeichnenden Entwicklungen um das Internet. Zaghafte Versuche zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle im Umfeld von Pilotvorhaben, die in der Industrie vor allem rund um das Konzept des Internets der Dinge (IoT) angestoßen wurden (Ferber 2019), hatten hier Pionierstatus. Sie waren aber selbst in den Mutterkonzernen nur Randnotizen und gewannen erst vor wenigen Jahren strategische Bedeutung. Stattdessen setzte man der wachsenden Bedeutung des Internets und dem sich abzeichnenden »Brückenschlag« der Internetkonzerne mit der Initiative »Industrie 4.0« im Jahre 2011 ein staatlich gefördertes Leitprojekt entgegen (Kagermann et al. 2011), das als direkte Antwort auf den Bedeutungsgewinn der amerikanischen Internetunternehmen verstanden werden muss.

Aber diese Industrie-4.0-Initiative blieb im klassischen industriellen Paradigma verhaftet und unterschied sich hinsichtlich der zugrunde liegenden Konzepte nicht wesentlich von den Überlegungen um die rechnerintegrierte Fabrik, die in den 1990er Jahren diskutiert worden waren (Hirsch-Kreinsen 2020). Industrie 4.0 ergänzte lediglich die im Umfeld des Konzepts Computer-Integrated-Manufacturing (CIM) vorgetragene Zielstellung der rechnerintegrierten Fabrik um die Idee der »Cyber-Physischen Systeme«, die technische Vernetzung der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette und die damit einhergehende Zielstellung der industriellen Massenproduktion bei Losgröße 1. Im Kern setzte die Initiative mit der »Verwaltungsschale« (Reich et al. 2021) wesentlich auf ein Standardisie-

rungsprojekt, um einerseits den dringend notwendigen Austausch von Daten zwischen den heterogenen, von proprietären Maschinensystemen geprägten Produktionstechnologien zu ermöglichen und andererseits den Zugriff der Internetunternehmen auf die Maschinendaten restriktiv zu gestalten. Mit der Verwaltungsschale war die Hoffnung verbunden, man könne die Wertschöpfung in den Fabriken an das Internet andocken und zugleich die Kontrolle über die Daten in den Fabriken behalten.

Das für die neuen Geschäftsmodelle der Informationsökonomie fundamentale Cloud-Konzept (Boes/Langes 2019) fristete demgegenüber lange ein unverstandenes Schattendasein im Rahmen der Initiative Industrie 4.0 und erhielt erst relativ spät mit der Initiative Gaia-X und der Arbeitsgruppe »Digitale Geschäftsmodelle in der Industrie 4.0« mehr Beachtung. Die Entwicklung neuer, datenbasierter Geschäftsmodelle blieb aufgrund fehlender Infrastruktur nach Einschätzung der Protagonisten der Initiative ein Versprechen ohne große praktische Relevanz (Appelrath et al. 2019; Marx 2022).

Dem »Brückenschlag« der Internetunternehmen in die industriellen Kerne und die Zentren der Dienstleistungswirtschaft begegnete man also im Wesentlichen mit Konzepten im alten Paradigma. Die Initiativen von Protagonisten einer strategischen Neuausrichtung in verschiedenen Großunternehmen, die sich unter dem Eindruck der zunehmenden Bedeutung von IoT-Vorhaben entwickelt hatten, blieben lange nur Randerscheinungen ohne strategischen Einfluss. Seit den Jahren 2018/2019 aber ist in maßgeblichen Industrieunternehmen auch auf der Ebene der Vorstände eine verstärkte Suche nach einer grundlegenden Neuorientierung zu beobachten. Besonders deutlich kann die strategische Neuorientierung und das damit einhergehende Ringen um einen Paradigmenwechsel derzeit an der deutschen Automobilindustrie beobachtet werden.

3.2 Die Suche nach einem neuen Paradigma am Beispiel der deutschen Automobilindustrie

Die maßgeblichen Akteure in der deutschen Automobilindustrie erleben sich mittlerweile in einem Szenario der tiefgreifenden Transformation ihrer Geschäftsmodelle, Organisationsformen und Kernkompetenzen – und damit einhergehend ihrer Innovationssysteme. In den Strategiepapieren der Vorstände wimmelt es nur so von »Zeitenwenden«, »Revolutionen« und »großen Transformationen« (Boes/Ziegler 2021). Diese auf einen Paradigmenwechsel hindeutenden Begriffe sind mit konkreten Maßnahmen für eine strategische Neuorientierung ganzer Konzerne unterlegt. Ein grundlegender Wandel des Innovationssystems bildet den strategischen Treiber dieser Neuorientierungsversuche.

Im Zentrum dieser strategischen Neuausrichtung steht die digitale Transformation. War es vor ein paar Jahren noch der mit den CO_2-Vorgaben verbundene Druck der Politik in Richtung nichtfossiler Antriebskonzepte, der einen Umbau der Automobilindustrie zu prägen schien, so hat sich mittlerweile die Überzeugung durchgesetzt, dass »die Digitalisierung«, wie der Produktivkraftsprung immer noch sehr unspezifisch in den Strategiepapieren der Unternehmen bezeichnet wird, zu einer weit größeren Herausforderung werden wird (Boes/Ziegler 2021). Zudem werden neue Wettbewerber ins Kalkül gezogen, die über Kompetenzen in der Informationsökonomie verfügen, wie sie nun in der Automobilindustrie wertvoll werden. Namentlich geht es hier zuallererst um Tesla, aber auch um Google und Amazon oder um Nvidia und Intel.

Gerade am Beispiel von Tesla ließen sich die neuen Kernkompetenzen der Wettbewerber aus der Informationsökonomie studieren – die Rezeption der Besonderheiten dieses neuartigen Wettbewerbers in der deutschen Automobilindustrie verdeutlicht ein zunehmendes Bewusstsein für die Herausforderungen der neuen Produktionsweise. Tesla wurde in der Szene zunächst nur belächelt, weil es als Start-up lange keinen Gewinn machte. Mit den rasanten Absatzsteigerungen des Unternehmens in den USA ging dann aber ein erstes Umdenken einher. Das kalifornische Unternehmen galt nun vor allem als Treiber der Elektromobilität. Seine Vorzüge und sein disruptives Potenzial wurden ausschließlich mit dieser Kompetenz begründet. Mittlerweile hat sich bei den Entscheider*innen und Expert*innen der deutschen Autoindustrie die Vermutung durchgesetzt, dass vor allem die »Softwarekompetenz« die Stärke des Unternehmens ausmache (Boes/Ziegler 2021; siehe auch Winkelhake 2021; Nolting 2021). Das Geschäftsmodell von Tesla wird daher häufig mit denen in der Smartphone-Industrie verglichen. Der Niedergang von Nokia, dem ehemaligen Weltmarktführer für Handys, wurde zu einem oft zitierten Lehrbeispiel für die strategischen Herausforderungen der deutschen Automobilindustrie (Business Insider 2020). In diesem Kontext hat sich in den letzten Jahren bei den deutschen Automobilunternehmen die Überzeugung durchgesetzt, dass der Umbruch der Automobilindustrie grundlegende Innovationen von Wertschöpfung erforderlich macht. Über Inhalt und Tragweite sowie über das anzustrebende Ziel und die damit einhergehenden Implikationen für die strategische Identität des eigenen Unternehmens bestehen aber weiterhin Unklarheiten in den einzelnen Unternehmen (Boes/Ziegler 2021).

Am prononciertesten lässt sich das Bestreben nach einer »Neuerfindung« am Beispiel des VW-Konzerns studieren. Hier erhält man auch einen Eindruck von der Wucht und der Breite der damit einhergehenden Veränderungen. Der ehemalige Vorstandsvorsitzende Herbert Diess umschreibt den Umbruch in der Branche als einschneidende Veränderung und unterstreicht dessen Bedeutung, indem er ihn mit dem historischen Übergang zur industriellen Produktionsweise vergleicht.

Er sieht das Unternehmen in einer »Zeitenwende« und spricht von einer »großen Transformation« (Diess 2020a), also einer disruptiven strategischen Konstellation. *Daher stellt er das bisherige Muster der inkrementellen Innovation grundlegend infrage und mahnt eine Neuerfindung des gesamten Automobilbaus an (Diess 2020b).* Notwendig sei ein »Radikalumbau des Konzerns«, der in kürzester Zeit zu bewältigen sei und in dem Bewusstsein betrieben werden müsse, dass es nur einen Versuch für diesen radikalen Wandel gebe (Diess 2020a). Dieser Grundannahme folgend, formuliert der VW-Konzern, dass er seine strategische Identität grundlegend verändern müsse: Der Autobauer müsse zum »Tech-Unternehmen« werden (Volkswagen AG 2022).

Diese Transformation des VW-Konzerns zum Tech-Konzern und die damit zusammenhängenden Veränderungen des Innovationscharakters werden im Folgenden auf drei Ebenen beschrieben: der strategischen Identität als »Software-Enabled Car Company«, der Organisation des Innovations- und Arbeitsprozesses sowie der Neugestaltung von Wertschöpfungsbeziehungen im Ökosystem.

Mit Blick auf die strategische Orientierung auf das Ziel »Tech-Unternehmen« ist die Softwarekompetenz des Unternehmens fundamental. Der *Anspruch, eine Software-Enabled Car Company zu werden,* bildet daher den inneren Kern der Strategie. Die in Operationalisierung dieser Zielsetzung ausgegründete Softwareeinheit Car.Software.Org, heute Cariad, wird zum zentralen Faktor für den Erfolg des gesamten Konzerns erklärt (Volkswagen AG 2020). Gemessen an der hardwaregeprägten Vorstellungswelt des industriellen Automobilbaus, ist dies eine sehr deutliche Akzentverschiebung, die im Bewusstsein der Notwendigkeit einer »großen Transformation« gelesen werden muss. Die Ausgründung einer Konzerneinheit für Softwareentwicklung ist mit dem Anspruch verbunden, die Softwareentwicklung organisatorisch von der Hardwareentwicklung zu trennen und ein neuartiges Betriebssystem für Autos zu bauen, das als Herzstück einer neuen Produktstrategie und als Einstieg in neue datenbasierte Geschäftsmodelle gedacht wird.

Im Zentrum der neuen Produktstrategie steht die Orientierung auf die Software. Bildete die Software im alten Paradigma lediglich ein Anhängsel der Hardware, so dreht sich dies nun um. Das Auto wird von der Software her konzipiert. Damit lassen sich Funktionen, die bisher in der Hardware implementiert waren, auf die Software transferieren. Auf diesem Weg wird das Auto in seiner Funktionalität auch nach der Auslieferung veränderbar. Zusammen mit der Fähigkeit, »over the air« zu flashen, sprich Fahrzeugsoftware über die Anbindung des Autos an das Internet zu übertragen, wird so die Grundlage für eine qualitativ neue Vorstellung der Softwareentwicklung im Automobilbau gelegt. Das neu zu entwickelnde Betriebssystem VW-OS fungiert als das Herzstück dieser neuen Softwarekonzeption.

In den Planungen des Unternehmens wird das Betriebssystem zur zentralen Vermittlungsinstanz zwischen dem Fahrzeug und seiner Umwelt. Es ermöglicht den Zugriff auf die Funktionalität des Fahrzeugs und seine Verwendung in der Umgebung über Apps. Dafür wird dieses Betriebssystem wiederum in eine native Cloud-Umgebung eingebunden und, anders als bisher in der Entwicklung von Embedded Software üblich, entsprechend einer serviceorientierten Architektur konzipiert. Damit wird eine Möglichkeit eröffnet, darauf aufbauende Services und auf der Software basierende Geschäftsmodelle zu realisieren, die ihrerseits über Apps gesteuert werden können. Und auf der Basis von Over-the-air-Updates wird die Möglichkeit geschaffen, die Software beständig zu erneuern und so das Auto in seiner Funktionalität zu erweitern. Auf dieser Grundlage lassen sich mithilfe von Daten die Funktionen des Autos beständig evaluieren, um die Software in einem Modus der permanenten Innovation kontinuierlich weiterzuentwickeln (Goerke 2020).

Die Voraussetzung für die Umkehrung der Dominanz von Hardware und Software ist deren organisatorische Trennung in der Entwicklung. Damit bricht der Konzern mit einer Tradition im Automobilbau, die seit dem Aufkommen erster elektronischer Steuerungseinheiten über viele Jahrzehnte praktiziert und eingeübt wurde. Die Trennung von Hardware und Software mit Blick auf die Transformation zum Tech-Unternehmen und die Erreichung einer »neuen Softwarekompetenz« stellt einen fundamentalen Schritt dar. Sie eröffnet ein strategisches Lernfeld, um die erforderliche Softwarekompetenz im Konzern zu entwickeln und zu verankern, und beinhaltet eine radikale Veränderung des Innovationsverständnisses.

Der Anspruch der »Software-Enabled Car Company« beinhaltet neben dem Schwerpunkt auf informationsbasierte Wertschöpfung auch eine sehr *tiefgreifende Veränderung des tradierten Verständnisses der Organisation von Innovationsprozessen*. Im alten Paradigma dreht sich der Entwicklungsprozess in erster Linie um die Entwicklung eines physischen Fahrzeugs. Das Fahrzeug besteht diesem Verständnis folgend aus einer endlichen Summe von Teilen, wie sie in der Teileliste hinterlegt sind. Innerhalb dieser klassischen Auffassung ist die Software, die nach und nach in das Auto gekommen ist, ein funktionales Teilmoment der Hardware. Entsprechend bestimmen bis heute Expert*innen aus den ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen, insbesondere aus dem Maschinenbau und der Elektroindustrie, die Deutungsmuster im Automobilbau, wobei die materiell-stofflichen Eigenschaften des Produkts »Auto« im Wesentlichen als die wettbewerbsentscheidenden Merkmale angesehen werden.

In diesem hardwareorientierten Entwicklungsverständnis werden die für die Entwicklung eines neuen Autos erforderlichen Entwicklungsschritte im sogenann-

ten V-Modell[1] geplant und realisiert. Dabei wird in der sequenziellen Logik aufeinanderfolgender Entwicklungsschritte (»Wasserfallmodell«) ein mehrjähriger Prozess vom ersten Systementwurf bis zum produzierbaren Produkt in klar voneinander abgegrenzten Phasen beschritten. Für den Start of Production (SOP) wird das zu produzierende Auto von der Entwicklung in die Produktion übergeben, die das Produkt nach dem Prinzip der Skaleneffizienz in möglichst großen Stückzahlen produziert. Zur Verkürzung der Entwicklungszeiten wurden, dem Konzept des »Simultaneous Engineering« folgend, zwar Zwischenergebnisse der technischen Entwicklung frühzeitig mit der Produktion rückgekoppelt. Dennoch stellten Entwicklung und Produktion im alten Konzept logisch und organisatorisch voneinander getrennte Momente des Produktionsprozesses mit je eigenen Logiken dar. Und beide waren wiederum systematisch von den folgenden Phasen, dem Vertrieb und dem After-Sales, getrennt. Sobald das Auto die Fabrik verlässt, ist der Job im Verständnis eines klassischen Automobilbauers eigentlich getan. Was jetzt folgt, hatte in diesem Verständnis keine prägende Bedeutung mehr. Was der Kunde mit dem Produkt der Innovationsarbeit macht, spielte für weitere Innovationprozesse nur eine geringe Rolle. Eine direkte Rückkopplungsbeziehung zwischen Kunden und Entwicklungsabteilung besteht im alten Entwicklungsmodell nicht.

Demgegenüber sieht die neue Strategie der Marke VW vor, dass für die neuen Modelle ein halbjährliches Erneuern der Software im OTA-Verfahren realisiert wird. Damit besteht die Möglichkeit, fortwährende Innovationen des Fahrzeugs vorzunehmen und, aufbauend auf den Daten, über dessen Gebrauch weitergehende datenbasierte Wertschöpfungsprozesse zu betreiben. Auf der Basis der verfügbaren Daten über die tatsächliche Verwendung des Fahrzeugs durch die Kund*innen wird die Möglichkeit geschaffen, das Fahrzeug in permanenten Iterationen zu optimieren. Während Fahrzeuge im alten Paradigma im Verlaufe ihres Lebenszyklus lediglich gewartet und repariert werden, um ihre vorher festgelegte Funktionalität wieder herzustellen, wird das Auto im Paradigma der Informationsökonomie durch beständige Software-Updates, die mithilfe der Cloud »over the air« in regelmäßigen Abständen realisiert werden, zu einem »lebendigen« Produkt und kann seine Funktionalität im Laufe eines Lebenszyklus beständig verändern. Wenn Unternehmen wie VW, wie in der neuesten Strategie verkündet, ein halbjährliches Update der Software realisieren, wandelt sich nicht nur der Charakter des Pro-

1 Das sogenannte V-Modell ist die bisher gültige Methodik bei der Entwicklung eines Autos. Innerhalb einer sequenziellen Logik aufeinanderfolgender Schritte wird das Fahrzeug vom ersten Entwurf bis zur Übergabe an die Fertigung über mehrere Jahre entwickelt. Die Schrittfolge im V-Modell ist wie folgt: Systemanforderungsanalyse – System-Architektur – System-Entwurf – Software-Architektur – Software-Entwurf – Unit-Tests – Integrations-Tests – System-Integration – Abnahme und Nutzung (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:V-Modell.svg#/media/Datei:V-Modell.svg).

dukts, sondern auch der des Entwicklungsprozesses grundlegend – und der Modus der Innovationserzeugung. Aus einem linearen Innovationsprozess mit einem Produktlebenszyklus von ca. sieben Jahren wird ein zirkulärer Prozess der fortwährenden Erneuerung der Software und damit des Autos selbst. Diese Entwicklungen implizieren im selben Zug eine deutliche Hinwendung zu agilen Konzepten der Organisation von Innovationen.

Als dritter Aspekt geht die Orientierung auf eine »Software-Enabled Car Company« notwendigerweise mit der Hinwendung zu Cloud-Konzepten und der *Neugestaltung von Wertschöpfungsbeziehungen durch den Aufbau von Ökosystemen* einher. Dabei zeigen sich bei VW zwei verschiedene Einsatzfelder neuartiger Wertschöpfungsbeziehungen, zum einen auf Ebene des Geschäftsmodells, zum anderen im Bereich des Produktionsprozesses. In beiden kooperiert der VW-Konzern mit je unterschiedlichen Cloud-Anbietern.

Hinsichtlich des Geschäftsmodells wird das Auto aufseiten des Betriebssystems mit einer Cloud-Architektur verbunden, die als Automotive-Cloud bezeichnet und gemeinsam mit Microsoft Azure betrieben wird. Hier sollen gemeinsam mit einem Ecosystem verschiedener Partner die Funktionalitäten entwickelt werden, die den Gebrauchswert für die Kunden steigern. Durch den Aufbau einer Plattform in der Cloud und eines App-Stores besteht die Möglichkeit, das Auto über diese Automotive-Cloud als »intelligentes« Device mit einer »intelligenten« Umgebung zu vernetzen.

Betrachtet man den Referenzfall der Smartphones, so benötigt man nicht viel Fantasie, um sich vorstellen zu können, welche Innovationsdynamik alleine auf der Basis der Einbindung der Fahrzeuge in eine Cloud-Architektur entfaltet werden kann. Dabei kann es sich einerseits um privatwirtschaftlich agierende Unternehmen handeln, die angebunden werden. Hier ist insbesondere daran zu denken, dass die Entwicklungen im Automobilbau immer stärker mit Akteuren aus anderen Branchen verzahnt werden müssen. Zu nennen sind hier neben der IT-Industrie insbesondere der Energiesektor und Akteure, die mit anderen Verkehrsträgern befasst sind und perspektivisch in intermodale Mobilitätskonzepte zu integrieren wären. Es ist aber andererseits auch sinnvoll, kommunale oder staatliche Aktivitäten mit diesen Cloud-Architekturen zu verbinden. Dies betrifft beispielsweise die Entwicklung von Verkehrsleitsystemen, wie sie in immer mehr Städten entwickelt werden, oder staatlich betriebene digitale Infrastrukturen, die autonom oder teilautonom betriebene Fahrzeuge in ihrer Funktionalität unterstützen.

Diese unvollständige Übersicht über die mit den neuen Innovationsprozessen sich entwickelnden Ökosysteme verdeutlich, dass eine konsequente Fortsetzung der neuen Strategien der Automobilindustrie das gesamte System der Mobilität der Gesellschaft tangiert und das gesellschaftliche Innovationssystem nachhaltig verändern wird. Die Herausbildung von neuartigen Ökosystemen um die neuen

Geschäftsmodelle befördert das Aufeinanderzubewegen von Akteuren aus bisher getrennt agierenden Branchen in gemeinsamen Innovationsprozessen (Botthof et al. 2020).

Neben der strategischen Neuausrichtung des Fahrzeugs im Verhältnis zu den Kund*innen vollziehen die großen Automobilunternehmen auch mit Blick auf den Produktionsprozess mithilfe von Cloud-Architekturen eine tiefgreifende Veränderung mit weitreichenden Folgen für das Innovationssystem. So gab Daimler im Oktober 2022 bekannt, seine 30 Werke mittels einer Cloud von Microsoft Azure zu einem System vernetzen wollen, um so deutliche Produktivitätsfortschritte von bis zu 20 Prozent zu erzielen (Hubik 2022). Während diese Initiative nach außen vor allem im klassischen Sinne als Maßnahme zur Produktivitätssteigerung dargestellt wird, zeigt das vergleichbare Projekt von VW zum Aufbau einer »Industrial Cloud«, wie aus einem Vernetzungsprojekt zur Steigerung der Produktivität im Gestus von Industrie 4.0 nach und nach ein strategisches Projekt zum Einstieg in die Informationsökonomie werden kann.

Aufseiten der Fertigung und der Produktionslogistik kooperiert der VW-Konzern bereits seit März 2019 mit dem Cloud-Anbieter AWS und Siemens, um die 122 Werke und deren Wertschöpfung in ein weltweit vernetztes System zu integrieren (Volkswagen AG 2019a). In der Industrial Cloud sollen die Daten aller Maschinen, Anlagen und Systeme zusammengeführt werden, um auf dieser Basis die Abläufe und Prozesse der Fertigung sowie der vor- und nachgelagerten Produktionslogistik zu optimieren. Dazu werden die Werke, ausgehend vom Stammwerk in Wolfsburg, nach und nach in das Projekt einbezogen und auf einer einheitlichen Datenbasis über die neue Infrastruktur integriert. In einer weiteren Ausbaustufe sollen dann auch externe Maschinenhersteller, Zulieferer und Autohersteller in ein gemeinsames Ecosystem eingebunden werden. Dazu wird die Industrial Cloud als »offene Industrie-Plattform« angelegt, die auch die Partner aus »Industrie, Logistik und Handel« nutzen können (Volkswagen AG 2019b). Darüber hinaus besteht ein zentrales Ziel der Industrial Cloud in der Etablierung einer offenen Plattform, über die externe Unternehmen aus der gesamten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie in ein Ökosystem integriert werden können, um so ein »industrielles Partnernetzwerk« mit einer gemeinsamen Datenbasis aufzubauen. Dabei gehe es »langfristig […] um die Integration der globalen Lieferkette des Volkswagen Konzerns mit über 30.000 Standorten von mehr als 1.500 Zulieferern und Partnerunternehmen«. Ferner wird projektiert, »dass die Cloud-Plattform grundsätzlich für andere Automobilhersteller zugänglich sein wird. So entsteht ein stetig wachsendes, weltweites industrielles Ökosystem.« (ebd.) Im Zusammenspiel von Cloud, App-Store und Marketplace soll die Grundlage für die Etablierung von Ökosystemen aus unterschiedlichen Partnern gelegt werden, die in gemeinsamen Innovationsprozessen zu einem neuen Verständnis der Weiterentwicklung von Produkti-

onssystemen kommen. In den folgenden Jahren gewinnt der Aufbau einer offenen Plattform zur Etablierung eines Ökosystems somit wachsendes Gewicht und führt zu einer deutlichen Erweiterung der Ziele beim Aufbau der Industrial Cloud in Richtung auf neue datenbasierte Geschäftsmodelle, die in gemeinsamen Ökosystemen verfolgt werden. So werden auch in der Produktion die Grundlagen für einen datenbasierten Innovationsmodus gelegt, der von Ökosystemen in einem permanenten Innovationsprozess realisiert wird.

Die Orientierung am Paradigma der Informationsökonomie kulminiert also in wesentlichen Veränderungen der Innovationssysteme der Automobilindustrie. Die Entwicklung zur »Software-Enabled Car Company« und die Orientierung der Innovationsprozesse an den Entwicklungsvorstellungen der Softwareentwicklung, die konsequente Nutzung von Cloud-Architekturen für Betrieb und Entwicklung der Produkte sowie die Herausbildung eines neuen, von Ökosystemen geprägten Musters der Zusammenarbeit implizieren grundlegende Veränderungen für das Innovationssystem, die sich am Beispiel der Automobilindustrie besonders konturiert zeigen lassen. Die detaillierte Analyse der sozialen Prozesse, die sich um diesen Wandel der Innovationssysteme ranken, zeigen aber auch, wie voraussetzungsreich ein solcher mit einem Paradigmenwechsel einhergehender Veränderungsprozess ist. Ob das Potenzial sich letztlich realisiert und ob die neu gefundenen Konzepte der Innovation tatsächlich in der Praxis erfolgreich sind, ist also keineswegs entschieden.

4. Ausblick: Implikationen für die Neuausrichtung des Innovationssystems

Mit dem Neuorientierungsprozess der Wirtschaft in Richtung auf eine »Informationsökonomie« (Boes et al. 2019), der sich aktuell auf der Basis eines »Produktivkraftsprungs« (Boes 2005) vollzieht, steht das Innovationssystem in Deutschland vor grundlegend neuen Herausforderungen. Zwar wird ihm die Fähigkeit zur inkrementellen Innovation entlang bestehender Pfade nicht abgesprochen. Aber mit der digitalen Transformation scheint eine gänzlich andere Innovationskompetenz gefordert zu sein: die erfolgreiche Bewältigung von disruptiven Innovationen, die über den alten Pfad hinausweisen. Weil die deutsche Wirtschaft darüber hinaus ihre Stärken innerhalb des industriell geprägten Systems der Wirtschaft vor allem im Bereich der materiell-stofflichen Seite hat, entsteht durch die Transformation zur Informationsökonomie ein enormer Veränderungsdruck. Unternehmen und Organisationen müssen lernen, Wertschöpfungskonzepte »im« Informationsraum zu entwickeln, Daten und Informationen zur Grundlage von Wertschöpfung

und Innovation zu machen und diese neuen Fähigkeiten in einer neuen Produktionsweise mit ihren bisherigen Kernkompetenzen zu vereinen. Auf der Tagesordnung steht eine radikale Neuerfindung im Denken, Wollen und Handeln, die nicht mehr im tradierten Erfolgspfad bewältigt werden kann. Dies erfordert eine grundlegende *Innovation des Innovationssystems*. Der Paradigmenwechsel in der Wirtschaft macht also einen Paradigmenwechsel in der Innovation notwendig.

Das ist die zentrale Herausforderung des Umbaus des Innovationssystems in Deutschland. Dies betrifft alle im Innovationssystem mitwirkenden Akteure und gesellschaftlichen Teilsysteme – angefangen von der Wirtschaft über das Bildungssystem bis hin zur Politik. Ein wesentliches Moment in diesem Prozess der Neuorientierung des Innovationssystems ist eine gezielte, aktiv gestaltende Forschungs- und Innovationspolitik. Die Bewältigung paradigmatischer Neuorientierungen macht ein abgestimmtes und proaktives Handeln der Politik erforderlich, das in seiner programmatischen Orientierung konsequent auf die Gestaltung des Paradigmenwechsels ausgerichtet sein sollte.

Diese Herausforderung prägt aktuell die Suche nach einer neuen Forschungs- und Innovationspolitik in Deutschland und in Europa. In diesem Kontext hat sich die Semantik der Förderprogramme in den letzten Jahren deutlich verändert: Begriffe wie Agilität, Dialog oder Beteiligung haben in den neuen Förderprogrammen hervorgehobene Bedeutung. Experimentierräume, Bürgerbeteiligung und Citizen Science werden als wichtige Werkzeuge der Innovation gefordert. Es kommt zu einer Ausrichtung auf »Sprunginnovationen« und die Innovationspolitik orientiert sich verstärkt an »Missionen«. Daten und Informationen werden zu Schlüsselbegriffen. Die Entwicklung von »Datenräumen« und Cloud-Infrastrukturen sowie darauf basierenden Initiativen zum Ausbau der »Datenökonomie« wie Catena-X oder Manufacturing-X werden verstärkt gefördert. Die Schaffung neuer Institutionen wie der Agentur für Sprunginnovation, der Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI) oder des deutschen Dateninstituts verdeutlichen die Bestrebungen zur Neuausrichtung der Innovationspolitik in Wirtschaft und Politik eindrucksvoll. Der kürzlich veröffentlichte Entwurf der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation bündelt die Bestrebungen zur Neuorientierung, bringt er doch die verschiedenen Facetten einer neuen Strategie zur Forschungs- und Innovationspolitik in bisher nicht gekannter Weise in einen kohärenten Zusammenhang.

Damit tritt die Neuorientierung der Forschungs- und Innovationspolitik in eine neue Phase. Der Anspruch auf eine grundlegende Innovation der Innovationspolitik wird in vielen Gremien und Programmen deutlich artikuliert. Und die Protagonist*innen eines »Weiter so!« und eines Festhaltens am Pfad der inkrementellen Veränderung geraten in die Defensive. Doch damit ist der erforderliche Paradigmenwechsel im Innovationssystem keineswegs vollzogen. Die Innovationspra-

xis ist von einer konsequenten Ausrichtung auf das neue Paradigma vielmehr noch weit entfernt. Statt einen Durchbruch zu konstatieren, erleben wir in der Praxis aktuell ein Ringen um den Paradigmenwechsel, eine komplexe soziale Auseinandersetzung um die Neuorientierung – mit offenem Ende.

Dies liegt daran, dass es sich beim Paradigmenwechsel in der Praxis um einen komplexen Veränderungsprozess handelt, bei dem aus dem bewährten Pfad ausgebrochen und Neuland betreten wird. Wie bereits Kuhn zeigte, zeichnen sich etablierte Paradigmen, die das Denken und Handeln über lange Zeiträume prägten, durch enorme Beharrungskräfte aus (Kuhn 1969). Sie werden nicht einfach verworfen, weil eine neue Idee aufgekommen ist. Wie umfangreich und komplex dieser Prozess ist, konnte exemplarisch am Beispiel der Automobilindustrie gezeigt werden. Wichtig ist: Das neue Paradigma muss nicht nur verstanden werden, sondern es beinhaltet einen weitreichenden Transformationsprozess in der Praxis. Dieser kann nur im Zusammenwirken verschiedener Akteure bewältigt werden. In Anbetracht der weitreichenden Veränderungen und der bisherigen Erfahrungen mag es aus Sicht der Entscheider*innen, die bis dato im alten Paradigma agiert haben, zunächst durchaus rational sein, bestehende Überzeugungen, die über Jahrzehnte zum Erfolg geführt haben, nicht einfach zu verwerfen. Darüber hinaus gilt es zu bedenken, dass die Entscheider*innen von heute ihre Reputationsposition im alten Paradigma erreicht haben. Ein Wechsel des Paradigmas hat auch Auswirkungen auf ihre erworbenen sozialen Positionen, wenn neue Kompetenzen maßgeblich sind. All das führt dazu, dass etablierte Paradigmen beharrlich sind. Diese Argumente treffen auch auf die angewandte Forschung und das Wissenschaftssystem zu.

Damit stellt sich die Frage: Wie kann im Innovationssystem in den Unternehmen und in der angewandten Forschung der Übergang vom alten ins neue Paradigma gefördert werden? Einige erste Überlegungen sollen hier zur Diskussion anregen.

Wichtig ist zunächst, dass die Herausforderung eines Paradigmenwechsels offen thematisiert wird, um die darin liegenden Denkblockaden bearbeitbar zu machen. Paradigmen wirken nämlich in der Praxis wie »Schienen«, weil sie als unhinterfragte Selbstverständlichkeiten unreflektiert reproduziert werden. Den Strateg*innen in der Automobilindustrie erscheint es selbstverständlich, auch die neue Strategie vom Auto her zu denken und nicht den Schritt zurückzutreten und das Auto auf einem höheren Abstraktionsniveau als spezifischen Beitrag zur Mobilität der Gesellschaft zu interpretieren. Täten sie dies, so wäre der Weg frei, Strategien für den nachhaltigen und zukunftsorientierten Umbau der gesellschaftlichen Mobilität im systemischen Zusammenspiel mit anderen Verkehrsträgern zu planen. Diese paradigmatische Öffnung würde den Innovationsbestrebungen in der Automobilindustrie eine neue Richtung geben und an die

Stelle eines Gegeneinanders verschiedener Akteure eine gemeinsame Suche nach einer Zukunftsstrategie für die Gesellschaft setzen. Mit anderen Worten: Das gezielte Hinterfragen von Ideen mit Blick auf die darin liegenden paradigmatischen Grundannahmen öffnet einen Raum, um Innovationsprozesse in Richtung eines neuen Paradigmas zu orientieren.

Übertragen auf die Forschungs- und Innovationspolitik, implizieren diese Überlegungen das Erfordernis, dass Innovationsprojekte ihre paradigmatischen Grundannahmen offenlegen und zeigen, dass sie in ihrem Bestreben über das alte Paradigma hinausgehen. Auf dieser Grundlage gilt es, konsequent Innovationen zu fördern, die den Paradigmenwechsel in Wirtschaft und Gesellschaft befördern – und diese daran zu messen. Dabei reicht es nicht, isolierte Innovationsvorhaben umzusetzen. Vielmehr ist ein konzertiertes Handeln und Zusammenwirken von Akteuren aus unterschiedlichen Bereichen, aus Unternehmen und ihren Partnern im Wertschöpfungssystem, Wissenschaft sowie den beiden Sozialpartnern erforderlich. Nur so wird es gelingen, das Innovationssystem insgesamt auf die neue Phase der Entwicklung auszurichten.

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass im derzeitigen Paradigmenwechsel dringend eine Neuausrichtung des Innovationssystems erforderlich ist, die den Transformationsprozess in Wirtschaft und Gesellschaft unterstützt. Aus unserer Sicht wurden in der Innovationspolitik wichtige Schritte für die Erneuerung des Innovationssystems gemacht, allerdings ist der Kipppunkt in eine neue Orientierung nicht erreicht und die Gefahr, sich im Gestrüpp semantischer Anpassungen zu verlieren, sehr groß. Wenn der Umschwung wirklich gelingen soll, dann wird eine lebendige Innovationspraxis im neuen Paradigma benötigt. Nur so wird es gelingen, den Produktivkraftsprung zum Fortschritt der Gesellschaft zu nutzen.

Literatur

Appelrath, H.; Kagermann, H.; Krcmar, H. (Hrsg.) (2019): Future Business Cloud. Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. acatech.

Baukrowitz, A.; Boes, A. (1996): Arbeit in der »Informationsgesellschaft« – Einige grundsätzliche Überlegungen aus einer (fast schon) ungewohnten Perspektive. In: Schmiede, R. (Hrsg.): Virtuelle Arbeitswelten — Arbeit, Produktion und Subjekt in der »Informationsgesellschaft«. Berlin: edition sigma, S. 129–158.

Blättel-Mink, B.; Ebner, A. (2020): Innovationssysteme. Technologie, Institutionen und die Dynamik der Wettbewerbsfähigkeit. Wiesbaden: Springer VS.

Boes, A. (2005): Informatisierung. In: SOFI; IAB; ISF München; INIFES (Hrsg.): Berichterstattung zur sozio-ökonomischen Entwicklung in Deutschland — Arbeits- und Lebensweisen.

Erster Bericht. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, S. 211–244.

Boes, A.; Kämpf, B., Langes, B.; Lühr, T. (2018): »Lean« und »agil« im Büro. Neue Organisationskonzepte in der digitalen Transformation und ihre Folgen für die Angestellten. Bielefeld: transcript.

Boes, A.; Kämpf, T. (2012): Informatisierung als Produktivkraft: Der informatisierte Produktionsmodus als Basis einer neuen Phase des Kapitalismus. In: Dörre, K.; Sauer, D.; Wittke, V. (Hrsg.): Arbeitssoziologie und Kapitalismustheorie. Campus: Frankfurt a. M., S. 316–335.

Boes, A.; Kämpf, T. (2021): Informatisierung und Emanzipation. In: Haug, W. et al. (Hrsg.): *Das Argument* 335. Hamburg: Argument Verlag, S. 133–156.

Boes, A.; Langes, B. (2019): Einleitung. Mit der Cloud nimmt der digitale Umbruch an Fahrt auf. In: Boes, A.; Langes, B. (Hrsg.): Die Cloud und der digitale Umbruch in Wirtschaft und Arbeit. Strategien, Best Practices und Gestaltungsimpulse. Freiburg: Haufe, S. 13–25.

Boes, A.; Langes, B.; Vogl, E. (2019): Die Cloud als Wegbereiter des Paradigmenwechsels zur Informationsökonomie. In: Boes, A.; Langes, B. (Hrsg.): Die Cloud und der digitale Umbruch in Wirtschaft und Arbeit. Strategien, Best Practices und Gestaltungsimpulse. Freiburg: Haufe, S. 115–147.

Boes, A.; Ziegler, A. (2021): Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie. München.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik. In: Fraunhofer ISI Discussion Papers *Innovation Systems and Policy Analysis* Nr. 67. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Business Insider (2020): »VW-Chef Herbert Diess warnt vor Nokia-Moment: ›Wenn du nicht schnell genug bist, überlebst du nicht‹«. Online verfügbar unter https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-chef-herbert-diess-warnt-vor-nokia-moment-wenn-du-nicht-schnell-genug-bist-ueberlebst-du-nicht-a/, zuletzt geprüft am 19.12.2022.

Chesbrough, H. W. (2003): Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press.

Diess, H. (2020a): »Volkswagen steht mitten im Sturm«. Die Brandrede von VW-Chef Herbert Diess im Wortlaut. Online verfügbar unter https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/volkswagen-wortlaut-rede-herbert-diess-16-01-2020-radikal-umsteuern-a-1304169.html, zuletzt geprüft am 27.10.2022.

Diess, H. (2020b): So wandeln wir Volkswagen. Online verfügbar unter https://de.linkedin.com/pulse/so-wandeln-wir-volkswagen-herbert-diess, zuletzt geprüft am 27.10.2022.

Dosi, G. (1982): Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: *Research Policy* 11(3): S. 147–162.

Ferber, S. (2019): Mit Offenheit das IoT erobern. In: Boes, A.; Langes, B. (Hrsg.): Die Cloud und der digitale Umbruch in Wirtschaft und Arbeit. Strategien, Best Practices und Gestaltungsimpulse. Freiburg: Haufe, S. 69–75.

Gartner (2008): Hype Cycle for Emerging Technologies, 2008. Online verfügbar unter https://www.gartner.com/en/documents/717415, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

Gergs, H.; Lakeit, A. (2020): Agilität braucht Stabilität, Mit Ambidextrie Neues schaffen und Bewährtes bewahren. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Goerke, B. (2020): How to build the leading tech stack in the mobility industry. Online verfügbar unter https://www.linkedin.com/pulse/how-build-leading-tech-stack-mobilityindustry-björn-goerke/, zuletzt geprüft am 24.10.2022.

Heilige, H. D. (2012): Cloud Computing versus Crowd Computing. Die Gegenrevolution in der IT-Welt und ihre Mystifikation in der Cloud. In: *artec-paper*, 184. Bremen: Universität Bremen, Forschungszentrum Nachhaltigkeit (artec).

Hirsch-Kreinsen, H. (2020): Industrie 4.0. In: Blättel-Mink, B.; Schulz-Schaeffer, I.; Windeler, A. (Hrsg.): Handbuch Innovationsforschung. Wiesbaden: Springer VS.

Hubik, F. (2022): Microsoft hilft Mercedes, 30 Autowerke auf Effizienz zu trimmen. Online verfügbar unter https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/vertiefte-kooperation-microsoft-hilft-mercedes-30-autowerke-auf-effizienz-zu-trimmen/28740846.html, zuletzt geprüft am 24.10.2022.

Junker, C.; Büdding, B. (2022): Das Innovationsökosystem. Erfolgreiche Methoden und Instrumente am Beilspiel des Münsterlandes. Wiesbaden: Springer Gabler.

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Lukas, W. (2011): Strukturwandel. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: *VDI-Nachrichten*, Jg. 65, H. 13.

Kuhn, T. (1969): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen (2., revidierte Auflage). Frankfurt: Suhrkamp.

Langes, B.; Vogl, E. (2019): Arbeit in der Informationsökonomie. In: Boes, A.; Langes, B. (Hrsg.): Die Cloud und der digitale Umbruch in Wirtschaft und Arbeit. Strategien, Best Practices und Gestaltungsimpulse. Freiburg: Haufe, S. 147–173.

Marx, U. (2022): »Zehn verlorene Jahre«. Online verfügbar unter https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/gipfel-zum-maschinenbau-zehn-verlorene-jahre-18379560.html, zuletzt geprüft am 24.10.2022.

Mazzucato, M. (2018): Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth. Brüssel: Europäische Kommission.

Nolting, M. (2021): Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie. Mit KI und Daten vom Blechbieger zum Techgiganten. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Peine, A. (2006): Innovation und Paradigma. Epistemische Stile in Innovationsprozessen. Bielefeld: transcript.

Reich, J.; Zentera, L.; Langer, J. (2021): Industrie 4.0 und das Konzept der Verwaltungsschale – Eine kritische Auseinandersetzung. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Vol. 58, S. 661–675.

ten Hompel, M.; Anderl, R.; Schöning, H. (2019): Schneller zum Markterfolg. Memorandum des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0 für ein agileres und flexibleres Innovationssystem in Deutschland. München: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

Volkswagen AG (2019a): Volkswagen setzt bei Industrial Cloud auch auf Siemens. Online verfügbar unter https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteil ungen/volkswagen-setzt-bei-industrial-cloud-auch-auf-siemens-4789, zuletzt geprüft am 24.10.2022.

Volkswagen AG (2019b): Volkswagen und Amazon Web Services entwickeln Industrial Cloud. Online verfügbar unter https://www.volkswagenag.com/de/news/2019/03/volkswagen-and-amazon-web-services-to-develop-industrial-cloud.html, zuletzt geprüft am 24.10.2022.

Volkswagen AG (2020): TOGETHER 2025+. Shaping mobility – for generations to come. Strategie TOGETHER 2025+.

Volkswagen AG (2021): CEO Herbert Diess auf der Hauptversammlung: »Mit NEW AUTO werden wir Volkswagen neu erfinden«. Online verfügbar unter https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/ceo-herbert-diess-auf-der-hauptversammlung-mit-new-auto-werden-wir-volkswagen-neu-erfinden-7330, zuletzt geprüft am 17.10.2022.

Volkswagen AG (2022): Volkswagen richtet Technische Entwicklung neu aus: mehr Tempo bei Produktzyklen und digitalen Angeboten. Online verfügbar unter https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/volkswagen-richtet-technische-entwicklung-neu-aus-mehr-tempo-bei-produktzyklen-und-digitalen-angeboten-7768, zuletzt geprüft am 16.01.2023.

Winkelhake, U. (2021): Die digitale Transformation der Automobilindustrie. Treiber – Roadmap – Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Winter, J. (2017): Europa und die Plattformökonomie – Wie datengetriebene Geschäftsmodelle Wertschöpfungsketten verändern. In: Bruhn, M.; Hadwich, K. (Hrsg.): Dienstleistungen 4.0. Geschäftsmodelle – Wertschöpfung – Transformation. Band 2. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 71–88.

Digitale Plattformen als nachhaltige Koordinationsmechanismen für eine neue Wertschöpfung in Europa

Michael Henke, Carina Culotta

Unternehmen, die im B2B-Kontext digitale Plattformen aufbauen möchten, sehen sich mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert: Heterogene Marktstrukturen, fehlende Standards und mangelnde Digitalisierungskompetenzen sowie das fehlende Mindset und eine Aversion gegenüber Datenteilung hemmen digitale Plattformen im Kontext der Industrie. Gleichwohl haben digitale Plattformen ein großes Potenzial für Unternehmen, neue Geschäftsmodelle und neuartige Formen der Wertschöpfung sowie Kooperationen zu realisieren. Mithilfe von Open-Source-Software, gemeinsamen De-facto-Standards, einer entsprechenden Geschäftsmodellstrategie sowie dem gezielten Aufbau erster konsortialer Use Cases kann der Aufbau einer digitalen Plattform auch im B2B-Umfeld nachhaltig gelingen. Neben unternehmerischer Plattformkompetenz können aber auch verschiedene forschungspolitische Maßnahmen dazu beitragen, eine souveräne und europäisch geprägte Plattformökonomie aufzubauen. Der folgende Buchbeitrag liefert einen Überblick über die Herausforderungen der Industrie, verbunden mit möglichen praxisorientierten sowie forschungspolitischen Handlungsoptionen.

1. Einleitung

Digitale Plattformen und ihre Geschäftsmodelle sind derzeit nicht nur in der akademischen Diskussion, sondern auch in der unternehmerischen Praxis omnipräsent. Die wertvollsten Unternehmen der Welt wie Amazon, Meta und Apple sind Plattform-Unternehmen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass laut aktueller Prognosen bis 2025 rund 30 Prozent des weltweiten Gesamtumsatzes aller Unternehmen, circa 60 Trillionen Dollar, auf die Umsätze von digitalen Plattformen zurückzuführen sein werden (Catlin et al. 2018). Digitale Plattformen, die damit verbundenen Geschäftsmodelle und Ökosystemstrategien gewinnen angesichts solcher Prognosen immer mehr an Attraktivität und stellen einen vielversprechenden Ansatz für neue Wachstumspotenziale dar (Asadullah et al.

2018; Evans/Gawer 2016). Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die bisherigen Erfolgsbeispiele, die sowohl prominent in der Fachliteratur als auch in den Medien diskutiert werden, ausschließlich B2C- oder C2C-Plattformen sind. Traditionelle Industrien erwirtschaften nur einen Bruchteil ihrer Umsätze auf Basis von Plattformen. Beispielsweise kann der europäische Maschinenbausektor derzeit weniger als ein Prozent seines Gesamtvolumens auf das Plattformgeschäft zurückführen (Siebel 2020). Eine Umfrage des deutschen Digitalverbands (Bitkom e. V. 2020) zeigt dabei, dass existierende deutsche Plattformen im B2B-Bereich vor allem im Handelsbereich und weniger in der klassischen Industrie verortet sind (Bitkom e. V. 2020). Auffällig dabei ist, dass von allen befragten Unternehmen gerade einmal fünf Prozent eine eigene Plattform selbstständig bzw. nur weitere fünf Prozent eine Plattform mit einem Partner betreiben (Bitkom e. V. 2020). Die Mehrheit der Unternehmen ist Plattformnutzer und bietet entweder ihre Produkte und Dienstleistungen über die Plattform an oder konsumiert selbst Services bzw. kauft Produkte und Dienstleistungen über Plattformen ein (Bitkom e. V. 2020). Rund 40 Prozent der befragten Industrieunternehmen verfolgen dabei keine eigene Plattformstrategie (Bitkom e. V. 2020).

Trotzdem ist das Potenzial von Plattformen und den damit verbundenen Geschäftsmodellen erkannt und in der Industrie angekommen (ifo Institut 2020; Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. 2020). Unternehmen investieren verstärkt in Plattformen und möchten eigene Plattformstrategien ausbauen (Bitkom e. V. 2020). Es ist davon auszugehen, dass Plattformen auch insbesondere im verarbeitenden Gewerbe zukünftig eine größere Rolle spielen werden (BMWi 2019). Dabei ist es für eine erfolgreiche Umsetzung notwendig, grundlegende Mechanismen von digitalen Plattformen zu verstehen und industrie- und branchenspezifische Herausforderungen zu adressieren. Anders als im B2C- oder C2C-Bereich sprechen digitale Plattformen im industriellen Kontext oftmals eine überschaubare Anzahl an Nutzer*innen an und fokussieren Nischenmärkte (BMWi 2019). Ebenso fällt es Unternehmen schwer, aufgrund der Marktstruktur oder wegen Wettbewerbsbedenken mehrere Marktseiten zeitgleich zu adressieren (Plattform Industrie 4.0 2019). Folglich können Unternehmen nur begrenzt von Netzwerkeffekten profitieren (BMWi 2019). Erfolgsstrategien aus dem klassischen Endverbrauchermarkt lassen sich dementsprechend nicht direkt übertragen (Culotta et al. 2022). Daher bedarf es für Industrieunternehmen im B2B-Bereich eigener und individueller Plattformlösungen, die Vorteile und Mehrwerte realisieren können, ohne auf monopolistische Strukturen und lediglich den Preis als Differenzierungsmerkmal zu setzen.

Der vorliegende Beitrag liefert eine praxisorientierte Perspektive auf bestehende Herausforderungen sowie daraus abgeleitete Handlungsoptionen im Hinblick auf einen souveränen B2B-Plattform-Aufbau. Dazu werden zunächst

für ein Grundverständnis Funktionsweisen und Charakteristika von digitalen Plattformen dargestellt und ein Überblick digitaler Plattformen und deren Wertschöpfungslogiken im B2B-Kontext geliefert und aufgezeigt, inwiefern sich B2B-Plattformen von B2C-Plattformen unterscheiden. Die damit verbundenen Herausforderungen werden skizziert, um anschließend praxisorientierte und forschungspolitische Handlungsoptionen aufzuzeigen.

2. Funktionsweisen und Mehrwerte digitaler Plattformen

Allgemein gesprochen, können digitale Plattformen als Intermediäre verstanden werden, die Transaktionskosten reduzieren, indem sie den Austausch zwischen unterschiedlichen Marktteilnehmern erleichtern (Gawer/Cusumano 2014; Henten/Windekilde 2016). Wesentliches Merkmal digitaler Plattformen ist ihre Fähigkeit, direkte und indirekte Netzwerkeffekte aufzubauen. Konkret bedeutet dies, dass positive Konsumexternalitäten entstehen, wenn Marktteilnehmer von der Teilnahme bzw. der Nutzung desselben Produkts durch einen anderen Marktteilnehmer profitieren (Katz/Shapiro 1985). Beispielsweise profitieren Nutzer*innen sozialer Netzwerke von der Teilnahme weiterer Nutzer*innen, mit denen sie sich vernetzen können. Neben solchen direkten Netzwerkeffekten können aber auch indirekte Netzwerkeffekte entstehen, wenn weitere Marktakteure, das heißt Anbieter von sogenannten komplementären Gütern, eintreten (Jacobides et al. 2018). Dies bedeutet, dass flankierende Dienstleistungen und Produkte angeboten werden, die den Wert der Plattformlösung steigern, was wiederum zum Markteintritt weiterer Nutzer führt. Im Kontext sozialer Netzwerke trifft dies zu, wenn weitere Unternehmen zum Beispiel Spiele, maßgeschneiderte Werbeanzeigen oder sonstige Applikationen anbieten. Diese indirekten Netzwerkeffekte erklären, warum digitale Plattformen von positiven Skaleneffekten profitieren: Nachdem die Plattform aufgebaut und entwickelt worden ist, verursacht ein zusätzlicher Nutzer kaum bzw. keine weiteren Kosten. Der Eintritt des Nutzers in die Plattform jedoch kann wiederum zu positiven Wachstumsraten führen, da der zusätzliche Nutzer weitere Nutzer*innen und Anbieter komplementärer Güter anzieht (Cenamor 2021; Gawer 2021). Folglich können indirekte Netzwerkeffekte auch erklären, wieso insbesondere digitale Plattformen im B2C- oder C2C-Bereich eine Tendenz zur Monopolbildung aufzeigen (Gawer 2021; Tiwana 2014: 23 ff.; Parker/van Alstyne 2005).

Gawer (2021) und Cusumano et al. (2019) unterscheiden dabei zwei fundamentale Arten von digitalen Plattformen und ihre jeweiligen Mischformen: Grundsätzlich lassen sich digitale Plattformen in Transaktionsplattformen oder Innovationsplattformen bzw. hybride Plattformen einteilen. Transaktionsplattformen ermöglichen den Austausch von Gütern, Services, Informationen und Daten zum Beispiel

über IoT-Plattformen (Gawer 2021). Innovationsplattformen wiederum stellen Infrastrukturen und technologische Bausteine wie zum Beispiel Software Development Kits oder Open-Source-Software zur Verfügung. Basierend auf dieser technologischen Infrastruktur, können Drittanbieter und Nutzer*innen weitere Produkte und Services entwickeln, die wiederum zur Wertsteigerung der ursprünglichen Plattform beitragen.

Plattformfirmen sind dabei in der Regel nicht nur Plattformanbieter, sondern werden durch die zahlreichen Verbindungen und Verknüpfungen, die über ihre Infrastrukturen entstehen, zu Ökosystemorchestratoren (Hilbolling et al. 2019; Ghazawneh/Henfridsson 2013). Ökosysteme können dabei als eine Gruppe von Akteuren betrachtet werden, die nicht nur miteinander interagieren, sondern abhängig sind von den jeweiligen Aktivitäten des anderen, da ihre Produkte und Services sich gegenseitig komplementieren (Jacobides et al. 2018). Daher entwickeln sich digitale Plattformen, die die Einbindung komplementärer Produkte und Dienstleistungen ermöglichen, häufig über die ursprünglichen Plattformgrenzen hinaus zu digitalen Ökosystemen, in denen der Plattformbetreiber die Funktion des Orchestrators erfüllt (Hein et al. 2019a; Parker et al. 2016). Digitale, plattformbasierte Ökosysteme sind laut Kohtamäki et al. (2019) explizit von klassischen Supply Chains abzugrenzen: Anders als herkömmliche Supply Chains oder tradierte unternehmerische Integrationsformen wie zum Beispiel Outsourcing oder Fusionen können digitale plattformbasierte Ökosysteme nicht als eine Unternehmensform per se, sondern vielmehr als eine Marktform verstanden werden.

Teilnehmende sind nicht durch Verträge oder andere fest definierte Geschäftsbeziehungen aneinandergebunden, sondern agieren autonom und flexibel über die Plattform bzw. auf freiwilliger Basis über Marktmechanismen miteinander: Die umfassende Digitalisierung erlaubt diese vereinfachte Koordination durch Plattformen über Länder- und Zeitgrenzen hinweg und ermöglicht neuartige Formen der Organisation von Arbeit und Kapital außerhalb der traditionellen Unternehmensgrenzen bzw. schafft neue Zugänge zu ebenjenen Ressourcen (Sedera et al. 2016). Beispielsweise kann mithilfe digitaler Plattformen Arbeit weltweit organisiert und strukturiert werden. Arbeitsleistung muss nicht durch ein Unternehmen mithilfe von Verträgen organisiert werden, sondern kann frei über Marktmechanismen, das heißt Angebot und Nachfrage, bzw. den Preismechanismus angeboten werden. Digitale Tools erlauben den vereinfachten Einkauf von Dienstleistungen und Produkten, die unter anderem auch von Privatpersonen angeboten werden (Davis/DeWitt 2021). Bekannte Beispiele sind dabei vor allem Plattformen im C2C-Bereich wie Airbnb, Uber, Etsy oder auch Unsplash. Somit können Transaktionskosten abgebaut, Transparenz geschaffen und Marktteilnehmer, die sonst nicht miteinander interagiert hätten, vernetzt werden. Das klassische Unternehmen als Organisator von Arbeit und Kapital zur Herstellung

der Dienstleistung oder des Produkts tritt dabei immer mehr in den Hintergrund bzw. wird nicht mehr benötigt.

Digitale Plattformen machen sich die Chancen der Digitalisierung zu eigen und können zunehmend nicht nur den Austausch von Waren und Dienstleistungen, sondern auch verstärkt die Abbildung und somit auch Monetarisierung von Daten mithilfe neuer Technologien wie der Blockchain-Technologie und künstlicher Intelligenz realisieren (Schmidt/Wagner 2019; Gawer 2021). So können zum Beispiel Finanztransaktionen abgebildet werden, über IoT-Plattformen Daten geteilt und Maschinen automatisiert angesteuert oder eben über digitale Marktplätze und Frachtenbörsen Prozesse entlang der Supply Chain effizient koordiniert werden (Abendroth et al. 2021; Weking et al. 2020b; Kohtamäki et al. 2019). Neuartig sind dabei vor allem dezentrale Plattformen, das heißt Plattformen, die nicht zentral von einem Unternehmen betrieben werden, sondern von vielen Akteuren auf Basis der Blockchain-Technologie zum Beispiel digitale Produktpässe oder Kryptokunst abbilden können. Plattformen stellen folglich einen massiven Umbruch hinsichtlich bestehender Wertschöpfungslogiken dar. Die Teilhabe an der Plattformökonomie, die damit verbundenen Umbrüche und die Identifikation einer geeigneten Plattformstrategie stellen traditionelle Unternehmen jedoch vor massive Herausforderungen.

3. Herausforderungen für Unternehmen beim Aufbau digitaler B2B-Plattformen

Sowohl die oben genannten Studien und Berichte wie auch zunehmend die Fachliteratur zeigen auf, dass sich digitale Plattformen im B2B-Bereich deutlich von B2C- oder C2C-Plattformen wie Uber, Meta oder Amazon unterscheiden. Hein et al. (2019b) beobachten dabei vor allem, dass nicht nur die Literatur und Forschung im Bereich digitaler B2B-Plattformen noch unterrepräsentiert sind, sondern auch, dass sich die Wertschöpfungslogiken zwischen B2B- und B2C-Plattformen unterscheiden. Dabei fokussieren sich Hein et al. (2019b) auf IoT-Plattformen und die dazugehörigen Serviceökosysteme. Sie stellen fest, dass digitale IoT-Serviceökosysteme wesentlich komplexer sind als etwaige B2C-Beispiele. So können IoT-Plattformen nicht ausschließlich auf Endnutzer*innen sowie Drittparteianbieter und deren Produkte setzen, sondern müssen bereits im Vorfeld verschiedene Parteien und Zielgruppen wie zum Beispiel Sensorikhersteller, Softwarefirmen und Anwenderunternehmen integrieren. Ebenso beobachten Hein et al. (2019b), dass die jeweiligen Konsumumgebungen bzw. die letztendlichen Anwendungsgebiete, aber auch die Datenqualität der Endnutzer*innen ausgesprochen heterogen sind.

Dies erschwert die Bereitstellung bzw. Verbreitung von standardisierten Modulen. Zudem besteht eine weitere Herausforderung bzw. ein Unterscheidungsmerkmal darin, dass Plattformnutzer im B2B-Umfeld keine Privatpersonen sind: Unternehmen als rechtlich eigenständige Organisationen, die die Plattform für geschäftskritische und gegebenenfalls sensible Prozesse nutzen, sehen sich mit wesentlich höheren Eintrittshürden als Privatpersonen konfrontiert (Brouthers et al. 2016). Folglich sind nicht nur die Eintrittshürden seitens der gewerblichen Nutzer groß, sondern Plattformbetreiber müssen auch entsprechende, unternehmensindividuelle Informationen wie zum Beispiel Kommunikationsprotokolle bereitstellen. Kohtamäki et al. (2019) bestätigen, dass insbesondere im Servitization-Bereich bzw. im Kontext von industriellen IoT-Plattformen die Herausforderungen in der Kundenanpassung und Forderung nach individuellen Lösungen bestehe. Genau wie Hein et al. (2019b) sprechen Kohtamäki et al. (2019) und Tian et al. (2021) die Herausforderung der unternehmensübergreifenden Kollaboration an: Smarte Produkte und Services sowie ihre Integration und Interaktion in smarten, autonomen Ökosystemen fordern die Kollaboration unterschiedlicher Akteure über bestehende Unternehmensgrenzen und etablierte Supply-Chain-Grenzen hinaus.

Dies gilt auch für digitale Plattformen im Kontext der Fertigung bzw. im verarbeitenden Gewerbe. Unternehmen müssen eine entsprechende Balance zwischen Kooperation und Wettbewerbern im Sinne von »Coopetition« in digitalen Ökosystemen finden (Brandenburger/Nalebuff 2021; Brandenburger/Nalebuff 2011: 157 ff.). Zudem ändern sich Beziehungen zwischen zuvor traditionellen Supply-Chain-Teilnehmenden: Anstelle von transaktionsabhängigen Kollaborationen treten beziehungsorientierte Kollaborationen (Suuronen et al. 2022). Denn insbesondere Plattformen im Bereich von Smart Manufacturing sind auf die Integration und die entsprechende Beziehung zwischen den einzelnen Teilnehmenden angewiesen (Eloranta/Turunen 2016). Hier müssen nicht nur auf technischer Ebene, sondern auch auf inhaltlicher und Beziehungsebene zahlreiche Systeme verknüpft werden, damit ein entsprechender Mehrwert für die Plattformteilnehmer geschaffen werden kann (Suuronen et al. 2022). Folglich müssen die unterschiedlichen, zum Teil auch konträren Interessen und auch Funktionen von Unternehmen entlang einer bestehenden Supply Chain auf einer B2B-Plattform gleichwertig abgebildet werden können. Dabei bemängeln Suuronen et al. (2022), dass IT-Dienstleister zum Teil nicht entsprechend investieren und die technologischen Systeme bei industriellen Endverbrauchern nicht auf dem aktuellsten Stand sind, um zum Beispiel Anwendungen künstlicher Intelligenz zu unterstützen. Trotz bestehender Angebote im Cloud-Bereich seien die Kosten insbesondere im Bereich der künstlichen Intelligenz, des maschinellen Lernens bzw. der dazugehörigen Datenverarbeitung im Bereich der digitalen Zwillinge immer noch zu hoch für die meisten Unternehmen (Suuronen et al. 2022). Zudem sprechen die Autoren

zahlreiche Governance-Herausforderungen an: Digitalen B2B-Plattformen gelingt es derzeit noch nicht, Gewinne entsprechend zu teilen und zu allokieren. Teilnehmende sind jedoch nur motiviert, an der Plattform und dem Ökosystem zu partizipieren, wenn ihre Teilnahme auch einen entsprechenden Mehrwert bringt. Derzeit sind Plattformen im B2B-Bereich oftmals zentralistisch organisiert und »revenue sharing« mit komplementären Anbietern begrenzt (Suuronen et al. 2022). Damit verbunden ist auch die Herausforderung, Vertrauen zwischen den einzelnen Akteuren zu schaffen (Tian et al. 2021), aber ebenso Vertrauen in die Plattformtechnologie sowie die Fähigkeiten des Plattformbetreibers, eine für alle mehrwertstiftende Governance innerhalb des digitalen Ökosystems zu sichern.

Neben der Allokation von Gewinnen besteht eine weitere Governance-Herausforderung in der Führung der Ökosysteme – auch hier fällt es Unternehmen schwer, die entsprechende Balance zwischen Kontrolle, Offenheit und Anreizen für zum Beispiel externe Entwickler*innen zu finden (Suuronen et al. 2022; Saadatmand et al. 2019). Dabei ist es vor allem für Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe herausfordernd, Angebote von Drittanbietern zu nutzen bzw. in ihre Plattformen zu integrieren, wie eine Auftragsstudie des damaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) zeigt (BMWi 2019). Abschließend beobachten Suuronen et al. (2022) auch, dass Unternehmen oftmals vor der Herausforderung stehen – anders als im B2C- oder C2C-Bereich –, ihre digitalen Produkte und Services zu skalieren: Der hohe Grad an Anpassung, die anfänglichen Investitionen und die Betriebs- und Instandhaltungskosten werden oftmals unterschätzt und hemmen die Plattformumsetzung bzw. entsprechendes Wachstum. Fehlendes Wachstum lässt sich dabei ebenfalls auf die mangelnde Integration und Offenheit gegenüber Drittanbietern zurückführen, sodass indirekte Netzwerkeffekte nicht ausgeschöpft werden können.

Auch digitale Logistikplattformen im B2B-Bereich stehen vor verschiedenen Herausforderungen: Insbesondere Logistik-Serviceprovider sehen sich mit der hohen Komplexität der bestehenden Netzwerke konfrontiert. Als Intermediäre bzw. Orchestratoren der Supply Chain müssen Logistik-Serviceprovider mit einer Vielzahl an Kunden, Verladern und anderen Speditionen oder Logistikpartnern interagieren, und das oftmals weltweit (Zacharia et al. 2011). Folglich ist die durchgehende Digitalisierung bzw. Abbildung auf Plattformen der entsprechenden Prozesse wie das Warehouse-Management, die Organisation von Subunternehmen oder die Abwicklung an entsprechenden Terminals eine große Herausforderung. Auch hier ist die Harmonisierung der IT-Systeme, Schnittstellen und die Standardisierung, aber ebenso der unterschiedliche Wissens- und Kenntnisstand bzw. die Digitalisierungskompetenzen der einzelnen Akteure ein Hemmnis für die Plattformökonomie (Cichosz et al. 2020). Ein weiterer Aspekt, der einer Harmonisierung von Geschäftsprozessen im Wege steht, sind die unterschiedlichen rechtlichen Standards

etwa in Bezug auf E-Invoicing oder Begleitdokumente (Cichosz et al. 2020). Gleichermaßen stellt die Sorge bzw. negative Einstellung gegenüber der Bereitstellung von Daten ein Hemmnis für eine entsprechende Digitalisierung bzw. Plattformökonomie dar. Die Bereitstellung von kundenspezifischen digitalen Lösungen mit zunehmend mehr Selbstbedienungsfunktionen und die damit verbundenen Daten sind für Logistik-Serviceprovider ein geschäftsdifferenzierendes Merkmal. In der Folge werden diese Daten nicht mit externen Partnern geteilt (Cichosz et al. 2020; Seiter et al. 2019). Daher ist es nicht verwunderlich, dass es insbesondere bestehenden Logistikplattformen schwerfällt, von indirekten Netzwerkeffekten zu profitieren und komplementäre Anbieter in ihre Ökosysteme zu integrieren (Culotta/Duparc 2022). Bei Speditionsunternehmen besteht mitunter eine gewisse Skepsis gegenüber digitalen Plattformen, zum Beispiel im Kontext Frachtenbörse, da diese eine entsprechende Preis- und Verfügbarkeitstransparenz darstellen und das ohnehin margenintensive Geschäft verschärfen (Haas/Seiter 2020). Folglich müssen Speditionsunternehmen abwägen, welcher Plattform sie beitreten möchten und wie dies ihr Geschäftsmodell verändert bzw. ob sie sich über Preis und Verfügbarkeit differenzieren oder doch über die Spezialisierung auf verschiedene Marktsegmente oder Transportarten (Haas/Seiter 2020).

4. Praxisorientierte Handlungsoptionen für den erfolgreichen Aufbau von B2B-Plattformen

Aus den beschriebenen Herausforderungen ergeben sich unterschiedliche Handlungsoptionen, die hilfreich sind, um eine industriell geprägte B2B-Plattformökonomie zu fördern. Im Folgenden werden Aspekte wie die Verstärkung von Kooperationen, die Notwendigkeit von De-facto-Standards und der Einsatz von Open-Source-Software wie auch neue Technologien, Aspekte der Geschäftsmodellentwicklung und die Notwendigkeit eines neuen »Plattform-Mindsets« beschrieben.

4.1 Kooperationen stärken, Allianzen aufbauen und Plattformen sukzessive skalieren

Genau wie im B2C- oder C2C-Bereich stehen Plattformen im industriellen Kontext vor der Herausforderung, alle entsprechenden Akteure einzubinden und das sogenannte »Henne-Ei-Problem« zu bewältigen, um tatsächlich von Netzwerkeffekten profitieren zu können (Parker/van Alstyne 2005). Die Einbindung der unterschiedlichen Akteure fällt, wie bereits dargestellt, Unternehmen insbesondere im indus-

triellen Kontext mit komplexen Lieferketten und heterogenen Prozesslandschaften schwer, da Mehrwerte nur dann entstehen, wenn die vielfältigen Kundenbedürfnisse adressiert sind. Ebenso können Unternehmen zum Teil gar nicht alle benötigten Fähigkeiten abbilden, um diese vielfältigen Kundenbedürfnisse zu bewältigen und umzusetzen. Daher kann der Zusammenschluss mit Partnern und anderen Unternehmen in Form von strategischen Allianzen sinnvoll sein (Moeen/Mitchell 2020). Im Zuge dieser Allianzen zum Aufbau einer gemeinsamen Plattform und zur Sicherstellung einer entsprechenden Produktpalette bzw. entsprechender Module können sukzessive ausgewählte Partner und Kunden in das Ökosystem eingebunden werden. Hier ist es oftmals sinnvoll, erste Use Cases zu konzeptionieren und dann gemeinsam mit den vertrauten Unternehmen zu implementieren. Wichtig sind dabei unter anderem die gemeinsame Problemorientierung und das gemeinsame Ziel bzw. der Mehrwert der Lösung für alle Partner (Tian et al. 2021). Ist der Grundstock gebildet und deutlich erkennbar, welche Mehrwerte die unterschiedlichen Partner daraus ziehen können, können sukzessive weitere Kunden und Partner in die Plattform bzw. in das Ökosystem integriert werden. Dabei bedarf es anfänglich beim Aufbau der Plattform einer intensiven Betreuung der Kernnutzer und Partner. Das Plattformunternehmen muss sich dabei vor allem als sozialer Orchestrator und Kommunikator verstehen, der aktiv die unterschiedlichen Beziehungen aufbaut (Eloranta/Turunen 2016). Die Hauptverantwortlichen tragen dafür Sorge, dass auch mittel- und langfristige Beziehungen und Kooperationen zwischen Partnern sowie entsprechende Investitionen aufrechterhalten bleiben und die Plattform somit verstetigt werden kann (Tian et al. 2021).

4.2 Gemeinsam De-facto-Standardisierung und Open-Source-Software vorantreiben

Insbesondere das hohe Maß an Interoperabilität hemmt gemeinsame Plattformlösungen in der Industrie. Dabei sind viele Produkte und Services in der Industrie als Commodities anzusehen, sprich Produkte, bei denen es indifferent ist, wer sie anbietet. Diese Produkte und Services sind in der Regel nicht wettbewerbsdifferenzierend. In der Logistik trifft dies beispielsweise auf Tracking- und Tracing- bzw. Estimated-Time-of-Arrival-Lösungen zur Statusüberwachung der Ankunftszeit für den Endkunden zu. Auch wenn sich einzelne Systeme unterscheiden und unterschiedlich präzise sind, wird deren Angebot im Wesentlichen durch die bereits hohe Etablierung als selbstverständlich erachtet und ist somit kein marktdifferenzierendes Alleinstellungsmerkmal. Trotzdem zeichnet sich die Logistik durch eine hohe Fragmentierung der Systemlandschaften, verschiedene Lösungen und entsprechende Heterogenität aus (Schmidt et al. 2022). Dies wiederum führt da-

zu, dass Plattformen, die zum Beispiel ergänzende Produkte wie Visibilitäts- und Big-Data-Lösungen anbieten, diese Lösungen individuell anpassen müssen. Dies hemmt, wie bereits dargestellt, die Skalierung von B2B-Plattformen.

Dabei bieten gerade solche Services und Prozesse, die nicht wettbewerbsdifferenzierend sind, jedoch im operativen Geschäft relevant und von einer Vielzahl an Akteuren genutzt werden, ein hohes Potenzial für De-facto-Standardisierungen (West/Gallagher 2005). Für Unternehmen und Konsortien, die erfolgreich eigene digitale Plattformen aufbauen, steckt daher ein großes Potenzial in der Identifikation gemeinsamer Prozesse, von deren Vereinheitlichung alle profitieren würden. Sind gemeinsame Anknüpfungspunkte gefunden, kann die Entwicklung von dazugehörigen Open-Source-Lösungen zu einer Etablierung des De-facto-Standards beitragen. Da für Open-Source-Software in der Regel keine Gebühren verlangt wird, ist die Nutzung solcher Lösungen, neben anderen Vorteilen wie einem hohen Qualitätsstandard, für andere Unternehmen ausgesprochen attraktiv (Blind et al. 2019). Zudem können Unternehmen die Software vereinfacht anpassen, in ihre Prozesse integrieren oder auch weiterentwickeln. Dies wiederum führt zu einer Verfestigung des De-facto-Standards bzw. einer Vereinheitlichung der Prozesse (West/Gallagher 2006). Vereinheitlichte Prozesse helfen Plattformunternehmen dabei, modulare und skalierbare digitale Produkte und Services zu entwickeln. Folglich ist die Open-Source-Stellung von Softwarekomponenten eine ausgesprochen strategische Entscheidung: Zum einen können nicht-wettbewerbsdifferenzierende Informationen geteilt werden und somit zu einem De-facto-Standard beitragen, zum anderen können Unternehmen aber durchaus Inhalte unter eine Open-Source-Lizenz stellen, die aktuell noch mit einer Zahlungsbereitschaft verbunden sind, jedoch in absehbarer Zeit zu einem Commodity-Gut werden (Blind et al. 2019). Dadurch sichern sich ebenjene Unternehmen einen »Early Mover«-Vorteil, wenn sie selbst flankierend zahlungspflichtige komplementierende Güter und Services anbieten (West 2003; Burton/Galvin 2020).

Unabhängig vom Ziel einer De-facto-Standardisierung leistet Open-Source-Software einen wertvollen Beitrag zum Aufbau bzw. zur Etablierung digitaler Plattformen (Schmidt et al. 2022): Mithilfe von Open-Source-Software können zum einen gemeinschaftliche Entwicklungen einfach und ohne aufwendige Lizenzvereinbarungen oder marktübliche Integrationsformen im Sinne des Open-Innovation-Ansatzes durchgeführt werden (Blind et al. 2019). Dies löst zum einen die Problematik fehlender Digitalisierungskompetenzen bzw. begrenzter eigener Entwicklerkapazitäten und zum anderen erhalten Plattformunternehmen somit einen Einblick darin, wie ihre Software und Angebote genutzt werden. Zudem können sich über Open-Source-Software bereitgestellte Komponenten komplementäre Anbieter vereinfacht in die Plattform integrieren, ihre Angebote

entsprechend ausrichten und zur Stärkung von indirekten Netzwerkeffekten beitragen (Schmidt et al. 2022).

4.3 Vertrauensbildung mithilfe neuer Technologien

Neben dem gezielten, unternehmerisch getriebenen Aufbau von Kontakten und der Vernetzung wichtiger Stakeholder können auch neue Technologien dazu beitragen, dass sich einzelne Akteure vertrauen. Insbesondere die Befürchtung, sensible Informationen über Plattformen zu teilen, sowie die Sorge vor Abhängigkeiten vom Plattformbetreiber hemmen digitale B2B-Plattformen. Neue technologische Ansätze wie die Blockchain-Technologie können diese Hemmnisse abbauen. Durch die spezifischen Eigenschaften der Blockchain-Technologie, das heißt Dezentralität und definierte Lese- und Schreibrechte sowie eine persistente Datenspeicherung, kann das Vertrauen zwischen einzelnen Akteuren der Supply Chain gestärkt werden (Rejeb et al. 2020). Zudem können mithilfe der Blockchain-Technologie »Smart Contracts« umgesetzt und dadurch Automatisierungen gesteigert werden. Smart Contracts können als Wenn-Dann-Bedingungen verstanden werden bzw. präzise definierte Beziehungen, auf die sich Partner im Vorfeld einigen können (Rejeb et al. 2021). Diese Smart Contracts können durch externe Events wie zum Beispiel die Übermittlung von Zuständen mithilfe von Sensoren ausgelöst werden und deshalb zur Prozessbeschleunigung, Transparenz, aber auch einem gestärkten Vertrauen zwischen Akteuren beitragen (Weking et al. 2020a). Beispielsweise können so Zahlungsziele verkürzt bzw. Transaktionen in Echtzeit durchgeführt werden, sodass Vertragsbedingungen und Ziele automatisiert erfüllt werden. Die Blockchain-Technologie ist dabei insbesondere im Zusammenspiel mit anderen Technologien wie künstlicher Intelligenz, aber auch IoT-Devices mit entsprechender Sensorik, die aktuelle Zustände und Informationen senden können, ein Enabler für die Plattformökonomie (Sunyaev et al. 2021). Neben erhöhter Transparenz und der Möglichkeit, Geschäftsprozesse in Echtzeit abzubilden, fördert die Blockchain-Technologie auch die Datensouveränität in digitalen Netzwerken. Mithilfe des Konzepts von »Decentralized Identifiers« und »Verifiable Credentials« entstehen Alternativen zu zentralen Authentifizierungssystemen (Brunner et al. 2020). Teilnehmende können selbstbestimmt entscheiden, wer Auskunft über welche Daten und Informationen erhalten soll. Somit können digitale Plattformen und Ökosysteme die informationelle Selbstbestimmung der Nutzer*innen gewährleisten (Ehrlich et al. 2021).

Grundvoraussetzung für die Blockchain-Technologie als Vertrauensanker einer neuen Plattformökonomie ist jedoch, dass die beteiligten Akteure die Technologie verstehen und der Blockchain an sich vertrauen. Ebenso muss ein Verständ-

nis davon erwirkt werden, was die Blockchain-Technologie im Einzelnen leisten kann: Dass fehlerhafte Daten gespeichert oder übermittelt werden, kann die Blockchain-Technologie nicht verhindern (Caldarelli et al. 2020). Die Blockchain-Technologie kann jedoch eindeutig belegen und festhalten, wer wann welche Daten geteilt oder Prozesse durchgeführt hat. Dadurch entstehen neue Verbindlichkeiten und eine erhöhte Grundtransparenz, die das Vertrauen der einzelnen Stakeholder in die Plattform stärken (Culotta et al. 2021).

4.4 Ganzheitliche Geschäftsmodellentwicklung

Die oben beschriebenen Herausforderungen haben gezeigt, dass Unternehmen insbesondere Schwierigkeiten mit der Skalierung ihrer Plattform und der damit verbundenen Investition haben. Der Aufbau von Plattformen ist oftmals zeit- und kostenintensiv und muss mittel- bis langfristig geplant werden. Daher ist es notwendig, eine entsprechende Geschäftsmodellentwicklung im Vorfeld zu betreiben und einen Überblick über die notwendigen Ressourcen und Zeitrahmen zu erhalten. Bei der klassischen Geschäftsmodellentwicklung fokussieren sich Unternehmen dabei auf ein bestimmtes Kundensegment und welchen Mehrwert sie diesem Kundensegment bieten können. Zudem beschreibt ein Geschäftsmodell die Wertschöpfungslogik und wie Ertragsströme generiert werden (Gassmann et al. 2013). Da digitale Plattformen mehrseitige Märkte sind, reicht es jedoch nicht, bei der Entwicklung eines Plattformgeschäftsmodells nur ein Kundensegment zu betrachten (Tiwana 2014: 31 ff.). Ein entsprechendes Wertversprechen muss für alle Plattformteilnehmer bzw. die kritischen Marktseiten, derer es bedarf, damit die Plattformlogik umgesetzt werden kann, entwickelt werden (Guggenberger et al. 2022). Damit einher geht auch die mehrseitige Betrachtung von Ertragsmodellen. Möglicherweise gibt es Akteure, die notwendig sind, um andere Plattformteilnehmer zum Beitritt zu bewegen, die selbst aber keine positive Zahlungsbereitschaft für den Plattformdienst haben. Folglich müssen diese Marktseiten subventioniert oder andere Ertragsmodelle gefunden werden. Ebenso kann neben klassischen Plattformertragsmodellen wie Kommission, Abonnement, Werbung oder der Verkauf von Dienstleistungen auch an indirekte Mehrwerte zum Beispiel durch Daten und deren Weiterverarbeitung sowie Verwertung gedacht werden (Culotta et al. 2022). Für solche indirekten Verwertungsmechanismen wiederum müssen Unternehmen entsprechende Fähigkeiten und Ressourcen bereitstellen, um diese Daten in Form von neuen Services wie Forecasting- oder Predictive-Maintenance-Angeboten monetarisieren können. Weiteres entscheidendes Gestaltungsmerkmal sind die bereits angesprochenen »revenue-sharing-Ansätze«. Insbesondere komplementäre Anbieter müssen entsprechend vom Plattform-

wachstum profitieren können. Auch dies muss in der Ertragslogik der Plattform mitberücksichtigt werden (Sur et al. 2019). Ebenso gilt es beim Aufbau von plattformbasierten Geschäftsmodellen, die unterschiedlichen digitalen Kompetenzen und Fähigkeiten der Teilnehmenden zu berücksichtigen. Möglicherweise sind, wie bereits dargestellt, nicht alle Netzwerkakteure befähigt, aufgrund fehlenden Digitalisierungs-Know-hows an der Plattform zu partizipieren. Daher sollten Unternehmen, die Plattformen aufbauen möchten, im Vorfeld eine umfassende Stakeholderanalyse betreiben und prüfen, ob die notwendigen Akteure über das entsprechende Digitalisierungsniveau verfügen. Sollte dies nicht der Fall sein, der Akteur bzw. die Akteursgruppe aber notwendig für den strategischen Aufbau der Plattform sein, können Plattformanbieter mit entsprechenden Services und Angeboten Open-Source-Ansätzen, aber auch einer hohen Usability ihrer Produkte entgegenwirken.

4.5 Ein neues Mindset für netzwerkorientierte Unternehmen

Digitale Plattformen und ihre Ökosysteme bedeuten eine fundamentale Abkehr von bestehenden Wertschöpfungslogiken und tradierten Managementansätzen. An die Stelle von Make-or-Buy-Entscheidungen, Fusionen oder der Organisation von Wertschöpfung über vertikale Supply-Chain-Beziehungen treten marktbasierte Kollaborationen, orchestriert von digitalen Plattformen. Innerhalb dieser digitalen Ökosysteme, die durch die Koordination und die Integration von komplementären Dienstleistungen und Produkten entstehen, agieren die Teilnehmer nicht nur miteinander, sondern sind durch eine Vielzahl an Verbindungen abhängig von den Handlungen der jeweils anderen (Jacobides et al. 2018). Unternehmen agieren also innerhalb einer Plattformökonomie über ihre Unternehmensgrenze hinaus. Klassische Abgrenzungen zwischen Markt und Unternehmen verschwimmen zunehmend (Baronian 2020). Dies stellt Unternehmen vor eine Vielzahl an Herausforderungen: In erster Linie müssen Unternehmen, die erfolgreich digitale Plattformen aufbauen möchten, verstehen, dass die Wertschöpfung nun nicht mehr zentral im Unternehmen erfolgt, sondern im Netzwerk (Zeng et al. 2019). Dazu bedarf es einer neuen Logik: Nicht nur der eigene Gewinn und das eigene Fortbestehen müssen gesichert werden, sondern die Gewinnmaximierung und der Fortbestand aller Ökosystemakteure stehen im Vordergrund. Gleichzeitig sind Ressourcen und Know-how außerhalb des Unternehmens verfügbar. Dies erlaubt neue Kombinationen und Wachstumschancen für Unternehmen (Sedera et al. 2016). Damit die entsprechenden Potenziale erfolgreich genutzt werden können, ist eine Loslösung von proprietären Denkweisen hin zu einem offenen, agilen und »plattformorientierten« Mindset notwendig. Als Mindset werden hier

eine ganzheitliche Denkweise und der entsprechende unternehmerische Ansatz verstanden. Ein plattformorientiertes Mindset beinhaltet die Abkehr von bisherigen, traditionellen Managementansätzen hin zur verstärkten Integration neuerer Konzepte wie Open Innovation (Appleyard/Chesbrough 2017; Botthof et al. 2020), gemeinschaftlicher Open-Source-Entwicklung und neuer Formen Community-basierter Wissensentstehung (Karimi/Walter 2015). Die Erosion der eigenen Unternehmensgrenzen und die Transformation hin zu einem Netzwerkakteur oder Orchestrator erfordern nicht nur neue Denkansätze, sondern auch neue dynamische Fähigkeiten: Beispielsweise stehen nun die Fähigkeiten, Beziehungen aufzubauen und zu halten, aktive Mitgestaltung zu ermöglichen, digitale Kompetenzen, die Fähigkeit, Bedürfnisse von Stakeholdergruppen zu antizipieren und trotz der stetigen, durch die Digitalisierung und plattformgetriebene internationale Verfügbarkeit von Produkten und Services eigene wettbewerbsdifferenzierende Produkte anzubieten, im Vordergrund (Karimi/Walter 2015; Nambisan et al. 2019; Randhawa et al. 2018). Diese neuen Fähigkeiten, das Bewusstsein für die eigene Rolle innerhalb des digitalen Netzwerks und das Ziel der gemeinsamen Gewinnmaximierung als Abkehr vom alleinigen Fortbestand konstituieren ein neues »Plattform-Mindset«.

4.6 Übersicht – Herausforderungen und praxisorientierter Lösungsansätze für Unternehmen

Die skizzierten Lösungsansätze zahlen auf verschiedener Ebene auf die zahlreichen Herausforderungen beim Aufbau von B2B-Plattformen ein. Dies bedeutet, dass einzelne Lösungsansätze direkt mehrere Herausforderungen adressieren können. Sowohl die Herausforderungen wie auch die Lösungsansätze sind dabei gekennzeichnet von hohen Interdependenzen. Dies erhöht zum einen die Komplexität beim Aufbau digitaler B2B-Plattformen, schafft aber auch gleichzeitig Chancen, mehrere Probleme und Herausforderungen gleichzeitig adressieren zu können, wie in Tabelle 1 dargestellt wird.

Herausforderung	**Lösungsansätze**
Hohe Komplexität	**Kooperationen und Open-Source-Software**
Industrielle Prozesse sind durch Komplexität und ein hohes Maß an individuellen (Integrations-)Anforderungen der einzelnen Akteure gekennzeichnet. Ebenso muss eine Vielzahl an Stakeholdern entsprechend integriert und motiviert werden, an der Plattform zu partizipieren, damit ein Mehrwert generiert werden kann. Mangelnde Teilnahmebereitschaft durch hohe Integrationsanforderungen hemmen den Aufbau von Plattformen.	Im Zuge des Plattformaufbaus kann es sinnvoll sein, erst mit vertrauensvollen Stakeholdern spezifische Use Cases umzusetzen. So kann das Plattformformkonzept erprobt und unüberschaubare Kosten vermieden werden. Nach einer erfolgreichen Phase der Implementierung können weitere Unternehmen integriert werden. Alternativ können Open-Source-Softwarekomponenten bereitgestellt werden: Unternehmen können über die offenen und freien Schnittstellen Integrations- und Anpassungsleisten selbst vornehmen.
Fehlende Standardisierung	**De-facto-Standardisierung und Open-Source-Software**
Die Individualität und Komplexität sowie Spezialisierung von verschiedenen industriellen Abläufen führen zu einer fehlenden Standardisierung. Dies wiederum wirkt sich negativ auf die Möglichkeit aus, modulare, standardisierte Produkte über die Plattform anzubieten und als Drittanbieter komplementäre Produkte zu entwickeln.	Industriekonsortien können gemeinsam De-facto-Standards erarbeiten. Es gilt, Commodities bzw. nicht-wettbewerbsdifferenzierende Prozesse und Produkte zu identifizieren und entsprechende einheitliche Lösungen zu etablieren. Open-Source-Software ist dabei ein wesentlicher Treiber für neue De-facto-Standards.
Ausbleibende Skalierung	**De-facto-Standardisierung und Geschäftsmodellentwicklung**
Der initiale Aufbau digitaler Plattformen ist mit hohen, zum Teil unübersichtlichen Kosten verbunden. Ebenso sind die Integrationsanforderungen und individuellen Schnittstellen aufgrund der fehlenden Standardisierung bei Kunden und Partnern ein Kosten- und Ressourcenfaktor. Folglich kann das Plattformgeschäftsmodell unrentabel sein bzw. Wachstumschancen bleiben aus.	Plattformstrategien lassen sich dort umsetzen, wo Services und Produkte modular und skalierbar angeboten werden können. Folglich sollte im Vorfeld, mit vertrauenswürdigen Partnern oder über Open-Source-Ansätze, an De-facto-Standards gearbeitet oder Märkte erschlossen werden, in denen dies bereits der Fall ist. Auch bei der Geschäftsmodellentwicklung sind die anfänglichen Investitionskosten zu berücksichtigen. Dabei müssen »revenue-sharing«, direkte und indirekte Einnahmequellen wie auch Quersubventionierungen erwogen werden.

Mangelnde Offenheit und Kooperation	Neue Technologien und ein neues Mindset
Unternehmen sehen sich damit konfrontiert, im Kontext digitaler Plattformen über ihre Unternehmensgrenze hinaus zu agieren. Kooperation und Offenheit stellen eine Abkehr von traditionellen Wertschöpfungslogiken dar. Das Teilen von Daten und offene Unternehmensprozesse bzw. Wertschöpfungslogiken sind oftmals mit Sorgen über den Verlust von wettbewerbsdifferenzierenden Merkmalen verbunden. Dies wiederum führt zu mangelndem Vertrauen und hemmt die Teilnahme an digitalen Plattformen.	Neue Technologien wie die Blockchain-Technologie können Vertrauen schaffen. Mithilfe von Smart Contracts, Decentralized Identifiers sowie Verifiable Credentials kann eine souveräne Plattformpartizipation ohne Abhängigkeiten von zentralistischen Systemen gelingen. Ebenso bedarf es eines neuen, plattformorientierten und netzwerkgetriebenen Mindsets. Unternehmen müssen dies zunächst bei sich selbst aufbauen und sukzessive weitergeben, zum Beispiel durch Open-Innovation-Ansätze. Dabei steht der Mehrwert für das Ökosystem über der eigenen Gewinnmaximierung.
Geringe Digitalisierungskompetenzen	**Geschäftsmodellentwicklung und Open-Source-Software**
Entlang von Supply Chains sind Digitalisierungskompetenzen unterschiedlich stark ausgeprägt. Ebenso sind bestehende Service-Dienstleister teilweise nicht in der Lage, digitale Lösungen umzusetzen. Die Voraussetzung für erfolgreiche digitale B2B-Plattformen insbesondere im IoT-Bereich ist jedoch ein hohes Maß an Digitalisierung in den entsprechenden Unternehmen, die sowohl als Nutzer als auch als Anbieter auf der Plattform fungieren.	Unternehmen, die eigene B2B-Plattformen aufbauen möchten, müssen im Rahmen einer Stakeholderanalyse identifizieren, welche Partner notwendig sind, damit die Plattform attraktiv ist. Dabei sind die Ressourcen und Fähigkeiten der Partner entscheidend. Verfügen die Partner nicht über das notwendige Know-how, müssen niederschwellige Angebote oder eine hohe Usability garantiert werden. Die Bereitstellung von Open-Source-Lösungen ist ein ergänzender, wertvoller Ansatz.

Tabelle 1: Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Umsetzung von B2B-Plattformen

5. Praxisbeispiel Silicon Economy: Aufbau föderaler Plattformökosysteme mithilfe von Open-Source-Software

Die beschriebenen Herausforderungen von Unternehmen beim Aufbau digitaler Ökosysteme greifen Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik sowie der TU Dortmund seit 2020 gemeinsam in ihrer vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Initiative Silicon Economy[1] auf. Die Silicon Economy beschreibt dabei nicht nur ein gefördertes Vor-

1 https://www.silicon-economy.com/, gefördert vom BMDV als »Silicon Economy Logistics Ecosystem« (Förderkennzeichen: 45KI02B021).

haben, sondern vielmehr eine neue Form des Wirtschaftens: Die Silicon Economy ist das Zusammenspiel aller aktuellen technologischen Möglichkeiten wie Sensortechnologien, künstlicher Intelligenz, 5G-Netzwerken und Blockchain, Daten zu erfassen, zu interpretieren und zu handeln (ten Hompel/Henke 2020). Durch eine echtzeitfähige Integration und Vernetzung der verschiedenen Systeme können Unternehmen neue Dienstleistungen und Produkte anbieten (ten Hompel/Henke 2022). Der Logistik als entscheidender Querschnittsbranche kommt dabei eine besondere Rolle zu: Sie verbindet Unternehmen, Prozesse, Services und Produkte wie keine andere Branche und nimmt dabei immer stärker die Rolle des Orchestrators von Unternehmensnetzwerken ein (ten Hompel/Henke 2022).

Das Ziel der Initiative Silicon Economy ist es, ausgehend von Anwendungen der Logistik und des Supply Chain Managements, gemeinsam mit Unternehmen föderale B2B-Plattformen aufzubauen. Föderale Plattformen sind dabei als Gegenentwurf zu monopolistischen Strukturen zu verstehen und dienen Unternehmen dazu, ihre Geschäftsprozesse digitalisiert, plattformbasiert und souverän anzubieten und mit anderen Unternehmen zu teilen. Dies wird durch technologische Infrastrukturen wie International-Data-Space-Konnektoren und sogenannte Broker möglich. Im Rahmen der geförderten Initiative entsteht ein Softwarebaukasten, mithilfe dessen Unternehmen selbstständig eigene Plattformen realisieren können. Die Broker und gemeinsamen Konnektoren sorgen für Kompatibilität und Anschlussfähigkeiten der verschiedenen Plattformen. Folglich entsteht durch die übergreifende Vernetzung der einzelnen Plattformen das föderale und integrative Plattformökosystem der Silicon Economy.

Anders als in klassischen Forschungsvorhaben oder Verbundprojekten mit Industriepartnern geht die Initiative aber einen Schritt weiter und befasst sich nicht nur mit der Entwicklung neuer Technologien zum Aufbau von digitalen Plattformen, sondern auch mit der Fragestellung, wie diese Technologien nachhaltig und wertschöpfungssteigernd verstetigt werden können. Dabei greift die Silicon-Economy-Initiative wesentliche Lösungsansätze auf, die oben beschrieben sind: Open-Source-Software ist zentraler Bestandteil, ebenso die Identifikation von Commodity-Lösungen und der dazugehörige Netzwerkaufbau (ten Hompel et al. 2022).

Die Forscherinnen und Forscher erarbeiten gemeinsam in einem innovativen und agilen Prozess neue Lösungen für aktuelle Fragestellungen und allgemeingültige Herausforderungen in der Logistik und im Supply Chain Management. Dabei stehen insbesondere Commodity-Lösungen im Fokus. In parallelen, kurzen Entwicklungszyklen entstehen Hardware und Software, aber auch dazugehörige Geschäftsmodelle. Beispielsweise werden Lösungen für den elektronischen Frachtbrief oder KI-basierte Palettenerkennungen sowie Blockchain-fähige Hardwaredevices, die Zustandsinformationen kritischer und sensibler Güter

übermitteln können, entwickelt und entsprechende Methoden zur Geschäftsmodellentwicklung konzipiert. Es entstehen dabei zweierlei Arten von Software: Zum einen Software, die anwendungsbezogen bzw. fachlich getrieben ist, und zum anderen Software, die dazu dient, die technologische Infrastruktur einer Plattform über Broker und Konnektoren zu realisieren. Die Softwareergebnisse werden unter einer sogenannten permissiven Lizenz, das heißt einer freizügigen Open-Source-Lizenz, der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Die reine Open-Source-Stellung alleine ist jedoch nicht ausreichend, um die Integration in echte, unternehmerische Prozesse zu gewährleisten sowie eine nachhaltige Verstetigung und Weiterentwicklung in einem Ökosystem zu sichern. Daher wurde von Projektbeginn an gemeinsam mit Industriepartnern die Verstetigung über eine Open-Source-Stiftung geplant. 2021 wurde genau zu diesem Zweck die Open Logistics Foundation[2] von führenden Unternehmen der Logistikbranche gegründet. Die ausschließlich unternehmensgetriebene Stiftung verfolgt das Ziel, die Open-Source-Community rund um die entstehenden Entwicklungen zu fördern und so, ausgehend von Anwendungen der Logistik und des Supply Chain Managements, einen nachhaltigen Beitrag zu einer B2B-getriebenen Plattformökonomie zu leisten. Die Open Logistics Foundation wird dabei unterstützt vom dazugehörigen Open-Logistics-Verein. Im Verein werden fachliche Themen vorangetrieben und diskutiert. Beispielsweise gehören die Identifikation neuer Commodity-Entwicklungen sowie die gemeinsame Entwicklung von Open-Source-Referenzimplementierungen und somit die Etablierung von De-facto-Standards zu den Aufgaben des Vereins. Innerhalb dieses Vereins organisieren sich die Mitglieder bzw. Unternehmen thematisch und arbeiten auf freiwilliger Basis gemeinsam an den selbst gewählten Fragestellungen.

Die beschriebene Struktur bietet dabei mehrere Vorteile: Oftmals können Open-Source-Communities bzw. Entwicklungsergebnisse aus Forschungsprojekten nicht aktiv verstetigt werden, da die finanziellen und organisatorischen Strukturen nach Ablauf einer Förderung nicht aufrechterhalten werden können. Über die Stiftungsunternehmen der Open Logistics Foundation wird jedoch sichergestellt, dass eine entsprechende Infrastruktur unabhängig vom Förderzeitraum betrieben werden kann. Zudem sichert die Vereinsstruktur eine inhaltliche Weiterentwicklung und schafft Raum für neue Ansätze, getrieben aus der Industrie und an den Bedarfen der Unternehmen orientiert. Es entstehen erste Netzwerke und Use Cases, die sukzessive skaliert werden können. Dies erlaubt den Unternehmen, nachhaltig ihr Geschäftsmodell in einem sicheren und geschützten Raum mit gleichgesinnten Partnern zu entwickeln und Plattformansätze risikoarm zu erproben.

2 https://openlogisticsfoundation.org/

6. Ausblick: Forschungspolitische Handlungsoptionen für eine souveräne und starke Plattformökonomie in Europa

Trotz positiver Beispiele wie der Silicon Economy, die einen ersten Schritt in Richtung einer souveränen, europäisch geprägten Plattformökonomie geht, sind die Potenziale der Plattformökonomie in Deutschland nach wie vor nicht erschöpft bzw. werden kaum genutzt (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. 2020; ifo Institut 2020; BMWi 2019; Plattform Industrie 4.0 2019; Bitkom e. V. 2020). Gleichzeitig treten vormals traditionelle B2C-Plattformen wie Amazon verstärkt in den B2B-Sektor wie zum Beispiel im Bereich der Logistik oder Cloud-Dienste ein und übernehmen entsprechende Marktanteile (ten Hompel/Henke 2022). Damit bestehenden Monopolisten ein Gegengewicht nach europäischem Standard im Sinne von Datensouveränität, Anbietervielfalt und den damit verbundenen Wohlfahrtseffekten gesetzt werden kann, stehen nicht nur Unternehmen in der Verantwortung, verstärkt Plattformstrategien zu verfolgen, sondern insbesondere Akteure aus Politik und Forschung (Botthof et al. 2020) als Wegbereiter und Förderer von entsprechenden Rahmenbedingungen. Die praxisbezogenen Herausforderungen stellen dabei eine Grundlage für die Ableitung entsprechender forschungspolitischer Handlungsoptionen dar, die im Folgenden erläutert werden.

Der Möglichkeit, von einer Plattformökonomie zu profitieren, geht der Aufbau von Digitalisierungskompetenzen voraus. Unternehmen, die digitale Zusammenhänge sowohl technologisch als auch aus Sicht eines Geschäftsmodells verstehen, digitale Lösungen umsetzen und ebenfalls in der Lage sind, diese zu monetarisieren, können auch entsprechende Plattformstrategien realisieren. Dazu bedarf es aber Supply-Chain-Partnern und Ökosystemakteuren, die ebenfalls über entsprechende Digitalisierungskompetenzen verfügen. Andernfalls können Netzwerkeffekte nicht realisiert werden. Zu diesem Schluss kommt auch eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2021 im Auftrag des BMWi im Kontext der Blockchain-Technologie (Culotta et al. 2021). Zwar ist die Technologie wesentlicher Enabler einer Plattformökonomie, wird jedoch oftmals noch nicht ausreichend verstanden. Ebenso scheitern Umsetzungen an einem nicht ausreichend plattformorientierten Mindset (Culotta et al. 2021). Folglich besteht die Aufgabe von Politik, Forschung und Industrie darin, praxisorientierte Use Cases, Leuchtturmprojekte und Anwendungen zu schaffen und Digitalisierungskompetenzen auszubauen, insbesondere im Hinblick auf Plattformtechnologien wie die Blockchain, aber auch IoT sowie künstliche Intelligenz. Dabei könnte es zum Beispiel sinnvoll sein, Konsortien, die gemeinsam eine Plattform aufbauen, zu fördern und eine aktive »Starthilfe« zu leisten. Somit könnten die anfänglich hohen Investitionskosten kompensiert und die Attraktivität für ein Plattformgeschäftsmodell gesteigert werden. Damit sollten nicht

nur technische Umsetzungskonzepte, sondern vor allem auch die strategische Geschäftsmodellentwicklung verbunden werden. Geförderte Projekte wie die Mittelstand-Digital-Zentren[3] leisten hier bereits einen wertvollen flankierenden Beitrag und können um weitere Hubs und Initiativen ergänzt werden. Ebenso leistet das geförderte Projekt Blockchain Europe[4] bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur Diffusion und Aufklärung der Blockchain-Technologie, als wesentlicher Enabler der Plattformökonomie.

Neben Umsetzungsprojekten und Beispielen sowie Schulungsangeboten zum Aufbau von Digitalisierungskompetenzen bedarf es aber vor allem auch forschungsseitig der Entwicklung neuer Managementansätze und der Beantwortung der Frage, wie genau ein plattformbasiertes Mindset in Organisationen und Unternehmen entwickelt und etabliert werden kann. Dazu gehört auch die Frage, wie die Transformation in Unternehmen und der entsprechende Changeprozess gestaltet werden können. Eng damit verbunden ist auch die Sensibilisierung für Open-Source-Projekte im Sinne von Open Innovation und einer kooperativen Haltung gegenüber gemeinschaftlicher Entwicklung von neuen Lösungen. Dass Open-Source-Software einen wertvollen Beitrag zur europäischen Datensouveränität wie auch zum Aufbau von digitalen Plattformen und einer entsprechenden De-facto-Standardisierung mit den verbundenen Mehrwerten leisten kann, ist unbestritten. Jedoch zeigen sich auch hier massive Defizite in der industriellen Verbreitung und dem intrinsischen Bereitstellen eigener Open-Source-Software. Eine aktuelle Studie des Fraunhofer IML aus dem Jahr 2022 im Auftrag der acatech wie auch eine Studie des Fraunhofer ISI aus dem Jahr 2021 im Auftrag der Europäischen Kommission kommen zu dem Schluss, dass Unternehmen zwar Open-Source-Software nutzen, jedoch oftmals noch nicht ausreichend befähigt sind, aufgrund von rechtlichen Unsicherheiten, fehlendem Ökosystemverständnis, mangelnden internen Strukturen, einem fehlenden Open-Source-Mindset und Geschäftsmodellverständnis eigene Open-Source-Projekte zu realisieren (ten Hompel et al. 2022; Blind et al. 2021). Öffentlich geförderte Projekte mit spezifischem Industrie-4.0-Fokus können helfen, Open-Source-Projekte zu realisieren. Dabei ist es sinnvoll, den Fokus insbesondere auf die Identifikation und Entwicklung von Commodity-Lösungen und neuen Standards bzw. Referenzimplementierungen zu legen. Zudem sollten Projekte langfristige Verstetigungskonzepte und flankierende Angebote, die zum Beispiel kleine und mittlere Unternehmen bei der Einführung von Open-Source-Software unterstützen, beinhalten (ten Hompel et al. 2022). Öffentlich geförderte Projekte wie die Silicon-Economy-

3 https://www.mittelstand-digital.de/, gefördert vom BMWK unter der Richtlinie Mittelstand Digital.
4 https://blockchain-europe.nrw/, gefördert vom MWIDE als »Europäisches Blockchain-Instituts in NRW – EURO-CHAIN« (Förderkennzeichen 005–2003-0068).

Initiative gehen bereits schon heute mit positivem Beispiel voran und stellen nicht nur Entwicklungsergebnisse offen zur Verfügung, sondern auch entsprechende Transferinfrastrukturen, das heißt Informations- und Schulungsangebote. Für zukünftige Projekte und Initiativen sollte der Fokus ebenfalls verstärkt auf der Verstetigung, Standardisierung und der Partizipation in nachhaltigen Ökosysteme gelegt werden (Botthof et al. 2020). Ebenso müssen forschungsseitig auch neue Open-Source-Managementansätze eruiert und parallel zum Plattformgedanken evaluiert werden. Anstelle von tradierten und veralteten Vorstellungen, dass Patente und Schutzrechte alleinige Indikatoren für innovative Unternehmen und entsprechend proprietäres Handeln und interne Innovationsentwicklung durch geschlossene FuE-Abteilungen notwendig sind, müssen neue Indikatoren wie zum Beispiel Beiträge zu Open-Source-Projekten und Open Innovation sowie Plattformansätze treten (ten Hompel et al. 2022; Culotta et al. 2021).

Eine europäische Plattformökonomie kann nur durch einen Mehrklang aus Technologieverständnis und -entwicklung, Open-Source-Software und Kooperationen, entsprechenden Geschäftsmodellen sowie einem neuen, plattformorientierten Mindset gelingen. Wirtschaft, Politik und Forschung stehen hier gleichermaßen in der Pflicht, die Vision einer europäischen, souveränen und wohlfahrtssteigernden Plattformökonomie umzusetzen, die neue Innovationen, nachhaltige Wachstumschancen und Erlösströme für alle Teilnehmer in einer dezentralen und partizipativen Weise realisiert.

Literatur

Abendroth, J.; Riefle, L.; Benz, C. (2021): Opening the Black Box of Digital B2B Co-Creation Platforms: A Taxonomy.

Appleyard, M. M.; Chesbrough, H. W. (2017): The Dynamics of Open Strategy: From Adoption to Reversion. In: *Long Range Planning* 50(3), S. 310–321. DOI: 10.1016/j.lrp. 2016.07.004.

Asadullah, A.; Faik, I.; Kankanhalli, A. (2018): Digital Platforms: A Review and Future Directions. In: Proceedings of the 22nd Pacific Asia Conference on Information Systems. Yokohama: Japan.

Baronian, L. (2020): Digital Platforms and the Nature of the Firm. In: *Journal of Economic Issues* 54(1), S. 214–232. DOI: 10.1080/00213624.2020.1720588.

Bitkom e. V. (2020): Digitale Plattformen. Chartbericht. Berlin.

Blind, K.; Böhm, M.; Thumm, N. (2019): The Relationship Between Open Source Software and Standard Setting. Unter Mitarbeit von Joint Research Centre (European Commission). Hrsg. v. European Commission. Luxembourg.

Blind, K.; Böhm, M.; Grzegorzewska, P.; Katz, A.; Muto, S.; Pätsch, S.; Schubert, T. (2021): The impact of Open Source Software and Hardware on technological independence, competitiveness and innovation in the EU economy, Final Study Report. Brussels.

BMWi (Hrsg.) (2019): Die volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe. Berlin.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik. Hrsg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe.

Brandenburger, A. M.; Nalebuff, B. J. (2011): Co-opetition: Currency.

Brandenburger, A.; Nalebuff, B. (2021): The rules of co-opetition. In: *Harvard Business Review* 99(1), S. 48–57.

Brouthers, K. D.; Geisser, K. D.; Rothlauf, F. (2016): Explaining the internationalization of ibusiness firms. In: *J Int Bus Stud* 47(5), S. 513–534. DOI: 10.1057/jibs. 2015.20.

Brunner, C.; Gallersdörfer, U.; Knirsch, F.; Engel, D.; Matthes, F. (2020): DID and VC: Untangling Decentralized Identifiers and Verifiable Credentials for the Web of Trust. In: *3rd International Conference on Blockchain Technology and Applications*, S. 61–66. DOI: 10.1145/3446983.3446992.

Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (Hg.) (2020): Deutsche digitale B2B-Plattformen. Auf Deutschlands industrieller Stärke aufbauen. Ein Ökosystem für B2B-Plattformen fördern. Berlin.

Burton, N.; Galvin, P. (2020): Component complementarity and transaction costs: the evolution of product design. In: *Rev Manag Sci* 14(4), S. 845–867. DOI: 10.1007/s11846-018-0310-3.

Caldarelli, G.; Rossignoli, C.; Zardini, A. (2020): Overcoming the Blockchain Oracle Problem in the Traceability of Non-Fungible Products. In: *Sustainability* 12(6), S. 2391. DOI: 10.3390/su12062391.

Catlin, T.; Lorenz, J.-T.; Nandan, J.; Sharma, S.; Waschto, A. (2018): Insurance beyond digital: The rise of ecosystems and platforms. In: *McKinsey & Company*, 10.01.2018. Online verfügbar unter https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/insurance-beyond-digital-the-rise-of-ecosystems-and-platforms#, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Cenamor, J. (2021): Complementor competitive advantage: A framework for strategic decisions. In: *Journal of Business Research* 122, S. 335–343. DOI: 10.1016/j.jbusres. 2020.09.016.

Cichosz, M.; Wallenburg, C. M.; Knemeyer, A. M. (2020): Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. In: *IJLM* 31(2), S. 209–238. DOI: 10.1108/IJLM-08-2019-0229.

Culotta, C.; Schulte, A. T.; Beck, R.; Koller, R.; Gesmann-Nuissl, D. (2021): Token-Ökonomie in Deutschland – Potenziale, Hemmnisse und Handlungsfelder. Kurzstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klima. Hrsg. v. WIK-Consult GmbH und Fraunhofer IML. Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-kurzstudie.html, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Culotta, C.; Duparc, E. (2022): Dimensions of Digital B2B Platforms in Logistics – A White Spot Analysis. In: Bui, T. (Hrsg.): Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii International Conference on System Sciences: Hawaii International Conference on System Sciences (Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences).

Culotta, C.; Duparc, E.; Möller, F. (2022): Digitale Plattformen und Ökosystemstrategien. In: ten Hompel, M.; Henke, M.; Otto, B. (Hrsg.): Silicon Economy: Wie digitale Plattformen industri-

elle Wertschöpfungsnetzwerke global verändern. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 55–74. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-662-63956-6_4, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Cusumano, M. A.; Gawer, A.; Yoffie, D. B. (2019): The Business of Platforms: Strategy in the Age of Digital Competition, Innovation, and Power: HarperCollins. Online verfügbar unter https://books.google.de/books?id=psOUvAEACAAJ, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Davis, G. F.; DeWitt, T. (2021): Organization Theory and the Resource-Based View of the Firm: The Great Divide. In: *Journal of Management* 47(7), S. 1684–1697. DOI: 10.1177/0149206320982650.

Ehrlich, T.; Richter, D.; Meisel, M.; Anke, J. (2021): Self-Sovereign Identity als Grundlage für universell einsetzbare digitale Identitäten. In: *HMD* 58(2), S. 247–270. DOI: 10.1365/s40702-021-00711-5.

Eloranta, V.; Turunen, T. (2016): Platforms in service-driven manufacturing: Leveraging complexity by connecting, sharing, and integrating. In: *Industrial Marketing Management* 55(3), S. 178–186. DOI: 10.1016/j.indmarman.2015.10.003.

Evans, P.; Gawer, A. (2016): The Rise of the Platform Enterprise. A Global Survey. Hrsg. v. The Center for Global Enterprise. Online verfügbar unter https://www.thecge.net/wp-content/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf, zuletzt geprüft am 14.06.2023.

Gassmann, O.; Frankenberger, K.; Csik, M. (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. München: Hanser. Online verfügbar unter http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437654, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Gawer, A. (2021): Digital platforms' boundaries: The interplay of firm scope, platform sides, and digital interfaces. In: *Long Range Planning* 54(5), S. 102045. DOI: 10.1016/j.lrp. 2020.102045.

Gawer, A.; Cusumano, M. A. (2014): Industry Platforms and Ecosystem Innovation. In: *J Prod Innov Manag* 31(3), S. 417–433. DOI: 10.1111/jpim.12105.

Ghazawneh, A.; Henfridsson, O. (2013): Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. In: *Information Systems Journal* 23(2), S. 173–192. DOI: 10.1111/j.1365-2575.2012.00406.x.

Guggenberger, T.; Möller, F.; van der Valk, H. (2022): Geschäftsökosysteme im Zeitalter der Data Economy. In: ten Hompel, M.; Henke, M.; Otto, B. (Hrsg.): Silicon Economy, Bd. 71. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 75–90.

Haas, J.; Seiter, M. (2020): Selecting the right platform – the perspective of logistics service providers. Hamburg International Conference of Logistics (HICL) 29: S. 875–909 (2020). Unter Mitarbeit von TUHH Universitätsbibliothek. Hrsg. v. Kersten, W.; Blecker, T. und Ringle, C. M. (Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 29).

Hein, A.; Schreieck, M.; Riasanow, T.; Setzke, D. S.; Wiesche, M.; Böhm, M.; Krcmar, H. (2019a): Digital platform ecosystems. In: *Electron Markets* 43(1), S. 87–98. DOI: 10.1007/s12525-019-00377-4.

Hein, A.; Weking, J.; Schreieck, M.; Wiesche, M.; Böhm, M.; Krcmar, H. (2019b): Value co-creation practices in business-to-business platform ecosystems. In: *Electron Markets* 29(3), S. 503–518. DOI: 10.1007/s12525-019-00337-y.

Henten, H. A.; Windekilde, M. I. (2016): Transaction costs and the sharing economy. In: *INFO* 18(1), S. 1–15. DOI: 10.1108/info-09-2015-0044.

Hilbolling, S.; Berends, H.; Deken, F.; Tuertscher, P. (2019): Complementors as connectors: managing open innovation around digital product platforms. In: *R&D Management* 50(1). DOI: 10.1111/radm.12371.

ifo Institut (2020): Industrielle Digitalwirtschaft – B2B-Plattformen. Hrsg. v. BDI e. V. Berlin.

Jacobides, M. G.; Cennamo, C.; Gawer, A. (2018): Towards a theory of ecosystems. In: *Strat Mgmt J* 39(8), S. 2255–2276. DOI: 10.1002/smj.2904.

Karimi, J.; Walter, Z. (2015): The Role of Dynamic Capabilities in Responding to Digital Disruption: A Factor-Based Study of the Newspaper Industry. In: *Journal of Management Information Systems* 32(1), S. 39–81. DOI: 10.1080/07421222.2015.1029380.

Katz, M. L.; Shapiro, C. (1985): Network Externalities, Competition, and Compatibility. In: *The American Economic Review* 75(3), S. 424–440. Online verfügbar unter http://www.jstor.org/stable/1814809, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Kohtamäki, M.; Parida, V.; Oghazi, P.; Gebauer, H.; Baines, T. (2019): Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. In: *Journal of Business Research* 104, S. 380–392. DOI: 10.1016/j.jbusres. 2019.06.027.

Moeen, M.; Mitchell, W. (2020): How do pre-entrants to the industry incubation stage choose between alliances and acquisitions for technical capabilities and specialized complementary assets? In: *Strat Mgmt J* 41(8), S. 1450–1489. DOI: 10.1002/smj.3160.

Nambisan, S.; Zahra, S. A.; Luo, Y. (2019): Global platforms and ecosystems: Implications for international business theories. In: *J Int Bus Stud* 50(9), S. 1464–1486. DOI: 10.1057/s41267-019-00262-4.

Parker, G. G.; van Alstyne, M. W. (2005): Two-Sided Network Effects: A Theory of Information Product Design. In: *Management Science* 51(10), S. 1494–1504. DOI: 10.1287/mnsc.1050.0400.

Parker, G.; van Alstyne, M. W.; Jiang, X. (2016): Platform Ecosystems: How Developers Invert the Firm. In: *SSRN Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2861574.

Plattform Industrie 4.0 (2019): Germany's evolving platform landscape. Hrsg. v. BMWi. Berlin.

Randhawa, K.; Wilden, R.; Gudergan, S. (2018): Open Service Innovation: The Role of Intermediary Capabilities. In: *J Prod Innov Manag* 35(5), S. 808–838. DOI: 10.1111/jpim.12460.

Rejeb, A.; Keogh, J. G.; Zailani, S.; Treiblmaier, H.; Rejeb, K. (2020): Blockchain Technology in the Food Industry: A Review of Potentials, Challenges and Future Research Directions. In: *Logistics* 4(4), S. 27. DOI: 10.3390/logistics4040027.

Rejeb, A.; Keogh, J. G.; Simske, S. J.; Stafford, T.; Treiblmaier, H. (2021): Potentials of blockchain technologies for supply chain collaboration: a conceptual framework. In: *IJLM* ahead-of-print (ahead-of-print), S. 257. DOI: 10.1108/IJLM-02-2020-0098.

Saadatmand, F.; Lindgren, R.; Schultze, U. (2019): Configurations of platform organizations: Implications for complementor engagement. In: *Research Policy* 48(8), S. 103770. DOI: 10.1016/j.respol.2019.03.015.

Schmidt, C. G.; Wagner, S. M. (2019): Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. In: *Journal of Purchasing and Supply Management* 25(4), S. 100552. DOI: 10.1016/j.pursup. 2019.100552.

Schmidt, M.; Culotta, C.; Nettsträter, A.; Duparc, E. (2022): Die Rolle von Open Source in der Silicon Economy. In: ten Hompel, M.; Henke, M.; Otto, B. (Hrsg.): Silicon Economy, Bd. 29. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 19–40.

Sedera, D.; Lokuge, S.; Grover, V.; Sarker, S.; Sarker, S. (2016): Innovating with enterprise systems and digital platforms: A contingent resource-based theory view. In: *Information & Management* 53(3), S. 366–379. DOI: 10.1016/j.im.2016.01.001.

Seiter, M.; Autenrieth, P.; Schüler, F. (2019): Logistikdienstleister im Zeitalter digitaler Plattformen. In: Schröder, M.; Wegner, K. (Hrsg.): Logistik im Wandel der Zeit – Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 585–600.

Siebel, T. (2020): Kaum Umsatz mit digitalen Plattformen im Maschinenbau. Online verfügbar unter https://www.springerprofessional.de/en/industrie-4-0/internet-der-dinge/kaum-umsatz-mit-digitalen-plattformen-im-maschinenbau/18411616, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Sunyaev, A.; Kannengießer, N.; Beck, R.; Treiblmaier, H.; Lacity, M.; Kranz, J. et al. (2021): Token Economy. In: *Bus Inf Syst Eng* 21(11), S. 1461. DOI: 10.1007/s12599-021-00684-1.

Sur, M.; Lee, D.-J.; Kim, K.-T. (2019): Optimal revenue sharing in platform markets: a Stackelberg model. In: *Journal of Revenue and Pricing Management* 18(4), S. 317–331. DOI: 10.1057/s41272-018-00180-4.

Suuronen, S.; Ukko, J.; Eskola, R.; Semken, R. S.; Rantanen, H. (2022): A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits. In: *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 37(1), S. 414–426. DOI: 10.1016/j.cirpj.2022.02.016.

ten Hompel, M.; Henke, M. (2020): Logistik 4.0 in der Silicon Economy. In: ten Hompel, M.; Bauernhansl, T.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3–9.

ten Hompel, M.; Henke, M. (2022): Silicon Economy – Es geht um alles. In: ten Hompel, M.; Henke, M.; Otto, B. (Hrsg.): Silicon Economy. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3–18.

ten Hompel, M.; Schmidt, M.; Culotta, C.; Brehler, M.; Duparc, E.; Leveling, J. et al. (2022): Open Source als Innovationstreiber für Industrie 4.0.

Tian, J.; Vanderstraeten, J.; Matthyssens, P.; Shen, L. (2021): Developing and leveraging platforms in a traditional industry: An orchestration and co-creation perspective. In: *Industrial Marketing Management* 92, S. 14–33. DOI: 10.1016/j.indmarman.2020.10.007.

Tiwana, A. (2014): Platform ecosystems. Aligning architecture, governance, and strategy. Waltham, MA: Morgan Kaufmann. Online verfügbar unter https://www.sciencedirect.com/book/9780124080669/platform-ecosystems, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Weking, J.; Mandalenakis, M.; Hein, A.; Hermes, S.; Böhm, M.; Krcmar, H. (2020a): The impact of blockchain technology on business models – a taxonomy and archetypal patterns. In: *Electron Markets* 30(2), S. 285–305. DOI: 10.1007/s12525-019-00386-3.

Weking, J.; Stöcker, M.; Kowalkiewicz, M.; Böhm, M.; Krcmar, H. (2020b): Leveraging industry 4.0 – A business model pattern framework. In: *International Journal of Production Economics* 225(1), S. 107588. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.107588.

West, J. (2003): How open is open enough? In: *Res Policy* 32(7), S. 1259–1285. DOI: 10.1016/S0048-7333(03)00052-0.

West, J.; Gallagher, S. (2005): Patterns of open innovation in Open Source software.

West, J.; Gallagher, S. (2006): Challenges of open innovation: the paradox of firm investment in open-source software. In: *R&D Management*.

Zacharia, Z. G.; Sanders, N. R.; Nix, N. W. (2011): The Emerging Role of the Third-Party Logistics Provider (3PL) as an Orchestrator. In: *Journal of Business Logistics* 32(1), S. 40–54. DOI: 10.1111/j.2158-1592.2011.01004.x.

Zeng, J.; Khan, Z.; Silva, M. de (2019): The emergence of multi-sided platform MNEs: Internalization theory and networks. In: *International Business Review* 28(6), S. 101598. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2019.101598.

Die Souveränitätswende: Von der »Politik der Unausweichlichkeit« hin zur Technologiesouveränität Europas am Beispiel der Halbleiterindustrie

Sabine Herlitschka

Als Krise bezeichnet man gemeinhin jene Erfahrung, bei der statt eines erwarteten Verlaufs eine unvorhergesehene, negative Entwicklung eintritt.

In dieser Hinsicht müssen die Ereignisse der vergangenen drei Jahre als Krisen bezeichnet werden. Die Covid-19-Pandemie führte uns zunächst drastisch vor Augen, mit welcher Rasanz sich ein Virus in einer hochvernetzten Welt quer über den Globus verbreiten kann. Gesellschaften sowie Volkswirtschaften kamen schockartig – wenn auch nur vorübergehend – nahezu zum Stillstand. Mit Beginn des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine trat eine noch weitreichendere Bedrohung der freiheitlich-demokratischen Gesellschaften Europas auf den Plan. Eine Bedrohung, die sowohl auf deren politische als auch wirtschaftliche Verfasstheit abzielt und die durch die hohe Abhängigkeit weiter Teile Europas von fossilen Energieträgern verursacht wurde.

Diese beiden Ereignisse, von denen die russische Invasion von westlichen Beobachtern zu Recht als »Zeitenwende« bezeichnet wird, desillusionieren viele in der Hoffnung auf einen kontinuierlichen und friedlichen Fortschritt; jener Hoffnung auf eine quasi naturgesetzliche Evolution, in der die gesamte Welt in Richtung Demokratie, anerkannter Menschenrechte und differenzierter Gesellschaften auf Basis von freier Marktwirtschaft und Innovation, nachhaltigem Wachstum sowie breitem Wohlstand zusteuert. Die Entwicklung der Welt seit 1989 schien bis vor Kurzem dahin zu deuten, dass sich die Dinge fast zwangsläufig zum Guten wenden müssen.

Heute, ein Jahr nach Kriegsbeginn in der Ukraine, wirken die Mahnungen des US-amerikanischen Historikers Timothy Snyder fast prophetisch. In *Der Weg in die Unfreiheit* warnte er bereits 2018 vor der Illusion vom »Ende der Geschichte«[1] als einer »Vorstellung, dass die Zukunft nichts anderes sei als eine Mehrung des Gegen-

1 Der Begriff »Ende der Geschichte« wurde vom Politikwissenschaftler Francis Fukuyama in einem im Sommer 1989 veröffentlichten Artikel in der Zeitschrift The National Interest sowie 1992 im Buch The End of History and the Last Man geprägt. Darin geht er von der Annahme aus, dass sich nach dem Ende der

wärtigen, dass die Gesetze des Fortschritts bekannt seien, dass es keine Alternativen gebe, dass man deshalb eigentlich nichts tun müsse«, und bezeichnete diese Haltung als »Politik der Unausweichlichkeit« (Snyder 2018: Kapitel 1, 11.2/28).

Der folgende Beitrag versteht sich als kritische Analyse aus der Praxis eines im globalen Wettbewerb stehenden Industrieunternehmens im Bereich der Halbleitertechnologie. Die hier beschriebenen Herausforderungen und Lösungsansätze zeigen, wie zentral, vielfältig und vernetzt jene Souveränitätsfragen sind, denen sich Europa in den kommenden Jahren zu stellen hat. Letztlich steht das Erfolgsmodell der »offenen Gesellschaft« auf dem Spiel, dessen Rahmenbedingungen von höchstmöglicher persönlicher Freiheit bei gleichzeitig breitem Wohlstand mehr denn je infrage gestellt sind.

1. The times they are a-changin’[2]

Angesichts der beschriebenen »Haltung der Unausweichlichkeit« muss man von einer Zeitenwende sprechen. Es ist allerdings keine, die aus »heiterem Himmel« über uns gekommen ist. Die durch die Covid-19-Pandemie sichtbar gewordenen Brüche in der globalen Wirtschaft waren die Folge jahrzehntelanger Entwicklungen und beendeten abrupt eine gutgläubige Phase des »immer weiter so«. Spätestens mit dieser Pandemie konnte man einige Dinge lernen:

1. Die starke Vernetzung durch die Globalisierung birgt für komplexe Systeme hohe Risiken. Diese werden aber durch enorme Vorteile überkompensiert. Nur aufgrund der weltweiten Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Pharmaunternehmen, Gesundheitsbehörden und Politik konnten beispielsweise in Rekordzeit wirksame Covid-19-Impfstoffe und -Maßnahmen entwickelt werden.
2. Gleichzeitig wurde sichtbar, dass die Resilienz der globalisierten Wirtschaft äußerst brüchig ist, sobald etablierte Lieferketten im System einer radikalen Just-in-time-Produktion gestört oder unterbrochen werden. Die danach einsetzende Abkehr von dieser Philosophie und der gleichzeitige Aufbau von Lagerbeständen führte – in Verbindung mit rasch nach der ersten Phase der Pandemie einsetzenden wirtschaftlichen Nachholeffekten – zu Verknappung und massiven Preissprüngen bei wichtigen Gütern und Rohstoffen. Damit verbunden

UdSSR und der Staaten in ihrer Einflusssphäre der Liberalismus und damit Demokratie und Marktwirtschaft endgültig und überall durchsetzen würden.

2 Bob Dylan: The Times They Are a-Changin’. Veröffentlichung am 13. Januar 1964

sind auch bislang ungekannte Marktverwerfungen und Preisspitzen auf den internationalen Energiemärkten.

3. Die eingeschränkte physische Mobilität durch temporäre Lockdowns löste einen massiven Schub in der Digitalisierung aus, mit drastischen Auswirkungen für die Arbeitswelt, die Kommunikation und das Konsumverhalten. Die daraufhin einsetzende massive Nachfrage nach digitalen Endgeräten und die Vervielfachung des Datenverkehrs verschärfte die ohnehin schon angespannte Nachfrage im Bereich der Mikroelektronik um ein Vielfaches.

Im Verlauf der Pandemie wurde erkennbar, wie stark die Abhängigkeit der Wirtschaftsräume von scheinbar niemals versiegenden Warenströmen in den vergangenen Jahrzehnten gewachsen ist. Und wie gering die strategische Autonomie in Schlüsselbereichen mittlerweile ausgeprägt ist – und hier in Europa deutlich drastischer als etwa in den USA und in China. Für Konsument*innen und noch viel mehr für den gesamten Gesundheitsbereich wurde das während der Coronapandemie exemplarisch spürbar anhand der anfänglich extremen Verknappung von dringend benötigten Schutzmasken, ebenso in den Auseinandersetzungen um die ersten Impfstoffchargen zwischen den USA und Europa.

Weitreichendere Wirkungen zeigten sich allerdings in der sogenannten Chipkrise der Jahre 2020/2021. Diese wurde zunächst ausgelöst durch covidbedingte Marktrückgänge 2020, den positiven Nachfrageschock 2021 sowie Produktionsausfälle aufgrund von Unterinvestitionen bei Auftragsfertigern für ausgereifte Halbleiterprodukte und längere Vorlaufzeiten für Kapazitätserweiterungen. Aufgrund dieser Dynamiken, verbunden mit ereignisgesteuerten Unterbrechungen in globalen Lieferketten (Naturkatastrophen, Werksbrände und Lockdowns), waren nach Angaben von Goldman Sachs insgesamt 169 Branchen vom Mangel an Mikrochips betroffen.[3] Die Verluste, die dadurch allein 2021 in der globalen Automobilindustrie entstanden sind, werden auf rund 210 Milliarden US-Dollar geschätzt.[4]

Rückte bereits die Chipkrise das Thema »Technologiesouveränität« in den Mittelpunkt einer breiten, öffentlichen Debatte, so haben die Folgen des Einmarsches der russischen Truppen in der Ukraine diese Diskussion weiter intensiviert. Es geht nun um eine umfassende »strategic autonomy«, die aus wirtschafts-, technologie- und sicherheitspolitischen Gründen wie auch unter dem Gesichtspunkt ei-

3 »Wie die Lieferkette für Mikrochips ins Chaos stürzte«: https://www.n-tv.de/wirtschaft/Wie-die-Lieferkette-fuer-Mikrochips-ins-Chaos-stuerzte-article22995563.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023

4 »Shortages related to semiconductors to cost the auto industry $ 210 billion in revenues this year, says new AlixPartners forecast«: https://www.alixpartners.com/media-center/press-releases/press-release-shortages-related-to-semiconductors-to-cost-the-auto-industry-210-billion-in-revenues-this-year-says-new-alixpartners-forecast/, zuletzt geprüft am 09.06.2023

ner klimaneutralen souveränen Energieversorgung betrachtet werden muss. Noch nie seit der Ölpreiskrise in den 1970er Jahren wurde Europa so eindringlich vor Augen geführt, wie fremdbeeinflusst seine (fossile) Energieversorgung ist und welch weitreichende Folgen sich ausschließlich aus diesem Umstand ergeben.

Wer also in Europa seine Schlussfolgerungen nicht schon aus den Ereignissen der Jahre 2020 und 2021 gezogen hatte, der kann sich spätestens seit dem 24. Februar 2022 einer intensiven Auseinandersetzung mit souveränitätsbezogenen Grundsatzentscheidungen nicht mehr entziehen. In systemrelevanten Industrien – und dazu zählen Halbleiter ebenso wie Informationstechnologien, Stromspeicher oder die Pharma- und Gesundheitsbranche – muss Europa souveräner und damit handlungsfähiger werden.

2. Souveränitätsaspekte wieder im Fokus

Aufgrund der Entwicklung der Weltwirtschaft hat Europa jedoch über mindestens drei Jahrzehnte Souveränitätsfragen vernachlässigt. Aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht erschien es zwar sinnvoll, arbeits- und produktionsintensive Segmente in kostengünstigere Weltregionen zu verlagern, um sich vor allem auf Forschung und Entwicklung zu fokussieren. Die Kehrseiten dieser Auftrennung der Wertschöpfungsketten wurden allzu gern ausgeblendet. Sie treten jetzt nur umso offener für Europa zutage und werfen Fragen der Sicherheit, der Demokratie, des Wohlstandes und vor allem der Zukunftsgestaltung auf.

In den weiteren Betrachtungen werden deshalb fünf wesentliche Souveränitätsbereiche[5] herausgearbeitet, die für die erfolgreiche zukünftige Entwicklung Europas grundlegend sind: Technologiesouveränität, Energiesouveränität, Ressourcensouveränität, Datensouveränität und Souveränität bei Fachkräften.

Auf europäischer Expert*innen- und Praktiker*innenebene werden Souveränitätsinitiativen seit einigen Jahren verstärkt ausgearbeitet und vorangetrieben (siehe unter anderem Edler et al. 2020; European Parliamentary Research Service 2021). Im Januar 2021 veröffentlichte auch der Österreichische Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE) ein Zehn-Thesenpapier zur Technologiesouveränität (RFTE 2021). Diese wird definiert als »die Fähigkeit eines Staates oder Staatenbundes, die Technologien, die er für sich als kritisch für Wohlfahrt, Wettbewerbsfähigkeit und staatliche Handlungsfähigkeit definiert, selbst vorzuhalten

5 Souveränität meint in diesem Zusammenhang die generelle Fähigkeit zur Selbstbestimmung und die autonome Handlungsfähigkeit.

und weiterentwickeln zu können, oder ohne einseitige strukturelle Abhängigkeit von anderen Wirtschaftsräumen beziehen zu können«.[6]

2.1 Systemkritische Mikro- und Nanotechnologien: die Notwendigkeit einer Souveränitätsstrategie

Entlang der Entwicklungen in der Halbleiterindustrie lässt sich eindrucksvoll nachvollziehen, wie essenziell mittlerweile souveränitätspolitische Maßnahmen sind. Mikro- und Nanotechnologien befinden sich in so gut wie allen technischen Komponenten unseres täglichen Lebens und stellen die Basis für sämtliche weltweiten Megatrends dar: Digitalisierung, Energie- und Ressourceneffizienz, Automatisierung der Produktion und der Dienstleistung. Sie zählen gleichzeitig zu den am meisten globalisierten Produkten, denn die Bestandteile von Halbleitern können bis zu ihrem endgültigen Einsatz in einer Anwendung rund 70 internationale Grenzen überqueren und bis zu 40.000 Kilometer zurücklegen (Accenture and Global Semiconductor Alliance 2020).

Anhand dessen wird schnell klar, dass eine strategisch ausgerichtete und vernetzte Forschungs- und Industriepolitik im Bereich der Mikro- und Nanotechnologie nur dann gelingen kann, wenn Souveränität als das verstanden wird, was sie ebenfalls ist: nämlich der dauerhaft gesicherte Zugriff auf einzigartige, nicht ersetzbare Positionen in kritischen Netzwerken. Diese Netzwerke umfassen so unterschiedliche Bereiche wie Know-how, Technologien, Daten, Rohstoffe, aber auch Fachkräfte. Souveränität stellt damit das Gegenteil von Autarkie, vereinfachender Regionalisierung und geschlossenen Grenzen dar. Gerade deshalb ist sie eben nicht mit einer Abkehr von der Globalisierung zu verwechseln.

Das umfasst auch ganz konkret das Eigentum an Produktionskapazitäten sowie die Schaffung und Sicherung von »intellectual property«. Das ist ein herausforderndes Unterfangen, wie der Blick auf die Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit zeigt: Nach einer Studie von A.T. Kearney war Europa im Jahr 2000 noch der führende Hersteller von Halbleitern (A.T. Kearney 2021: 5). 20 Jahre später werden zwei Drittel der insgesamt eine Billion produzierten Chips in Asien hergestellt, der europäische Anteil beträgt nach Angaben der EU heute nur noch rund zehn Prozent.[7] Im Bereich der sogenannten »leading-edge semiconductor technology« ist der Rückgang europäischer Produktionskapazität noch dramatischer: von

6 Diese Definition von Technologiesouveränität basiert auf der des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung in Edler et al. (2020), S. 2.

7 Europäisches Chip-Gesetz: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_de, zuletzt geprüft am 09.06.2023

19 Prozent im Jahr 2000 auf fast null im Jahr 2020 (A.T. Kearney 2021: 5). Unter den Top-20-Halbleiterherstellern weltweit befinden sich derzeit nur noch drei europäische Unternehmen. Angesichts der Tatsache, dass diese Schlüsseltechnologie als der zentrale Baustein der Zukunft gilt, ist dringender Handlungsbedarf gegeben.

2.2 Die Antwort auf USA und China: der European Chips Act

2.2.1 Der European Chip Act als Strategie zur dauerhaften, souveränen Wettbewerbsfähigkeit

Im globalen Wettstreit haben die USA und China nämlich längst die Weichen in Richtung nachhaltiger Weltmarktdominanz gestellt. Zusätzlich zu einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit droht Europa damit mittelfristig in kritischen Bereichen der Halbleiterindustrie eine einseitige Abhängigkeit von diesen beiden Wirtschaftsräumen. China investiert in einem Zeitraum von 2014 bis 2030 mehr als 150 Milliarden Dollar in den Aufbau seiner Halbleiterressourcen. 2025 sollen 70 Prozent der inländischen Nachfrage in China selbst hergestellt werden. Für 2035 ist geplant, zu einer globalen Macht im Bereich der Halbleiterproduktion aufzusteigen, um schließlich »leading high-end manufacturing superpower«[8] zu werden. Die USA mobilisieren mit dem im August 2022 beschlossenen »CHIPS and Science Act« rund 52 Milliarden Dollar, um ihre derzeit bestehende Vormachtstellung über fünf Jahre auszubauen.

Die EU wiederum hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 einen Anteil von 20 Prozent am weltweiten Umsatz mit Halbleitern zu erreichen, was »in einem Weltmarkt, der sich an sich bis 2030 voraussichtlich verdoppeln wird, einer Vervierfachung der Produktion gleichkommt«.[9] Mit dem European Chips Act sollen mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 43 Milliarden Euro in den kommenden zehn Jahren Versorgungssicherheit, Resilienz und Technologieführerschaft der EU im Bereich der Halbleitertechnologien gesichert werden. Dabei »sieht die EU-Kommission elf Milliarden Euro allein an Subventionen für die Chipforschung vor. Weitere mehr als 30 Milliarden Euro sollen durch die Genehmigung von Beihilfen der Mitgliedsländer für Unternehmen in dem Sektor kommen.«[10]

8 https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/congressional_testimony/190226_Glaser_Testimony.pdf, S. 2, zuletzt geprüft am 19. Juni 2023

9 »EU will Halbleiterproduktion in Europa massiv fördern«: https://www.zeit.de/wirtschaft/2022-02/european-chips-act-halbleiter-eu-chipmangel, zuletzt geprüft am 09.06.2023https://www.zeit.de/wirtschaft/2022-02/european-chips-act-halbleiter-eu-chipmangel

10 Ebd.

EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen formulierte in ihrer »Rede zur Lage der Union 2021« den europäischen Anspruch so: »Ziel ist es, gemeinsam ein hochklassiges europäisches Chip-Ökosystem zu schaffen, das die Produktion miteinschließt. Das gewährleistet unsere Versorgungssicherheit und erschließt neue Märkte für bahnbrechende europäische Technologien.« (von der Leyen 2021). Dabei verfolgt der Chips Act konkret folgende Ziele:

1. Den Ausbau der europäischen Führungsrolle in Forschung und Technik auf dem Weg zu kleineren und schnelleren Chips
2. Den Auf- und Ausbau der Innovationsfähigkeit in den Bereichen Entwurf, Herstellung und Packaging hochmoderner Chips
3. Die Beseitigung des Fachkräftemangels, den Aufbau neuer Talente und Förderung der Heranbildung qualifizierter Arbeitskräfte
4. Die Schaffung eines Rahmens für die Steigerung der Produktionskapazitäten auf 20 Prozent des Weltmarkts bis 2030
5. Die Erlangung eines umfassenden Verständnisses der globalen Halbleiter-Lieferketten (von der Leyen 2021)

2.2.2 Die drei Säulen des Chips Act (vergleiche Aeneas 2022)

Mit der »Chips for Europe-Initiative« als erster Säule des Chips Act soll der Aufbau umfangreicher Kapazitäten durch Investitionen in grenzüberschreitende und offen zugängliche Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsinfrastrukturen in Europa unterstützt werden. Dies wiederum soll die Entwicklung von Spitzentechnologien und Halbleitertechnologien der nächsten Generation ermöglichen, um die Fähigkeiten der EU in den Bereichen Design, Systemintegration und Chipproduktion zu stärken. Ferner ist vorgesehen, Initiativen für Bildung, Ausbildung, Qualifizierung und Umschulung anzukurbeln.

Die zweite Säule fokussiert auf die Versorgungssicherheit, die durch Investitionen und neue moderne Produktionsanlagen in der EU erreicht werden soll. Dabei konzentriert man sich auf die Schaffung von »first of all kind facilities« und auf die Errichtung von »Open EU Foundries«, also Produktionsstätten, die Komponenten hauptsächlich für andere industrielle Akteure entwickeln und herstellen.

Die dritte Säule sieht schließlich die Einrichtung eines Koordinierungsmechanismus zwischen den EU-Mitgliedstaaten und der Kommission vor, um die Lieferketten zu überwachen und Engpässe abzuwenden. Diese Koordinierung umfasst die Überwachung des Halbleiterangebots, die Abschätzung der Nachfrage, die Vorhersage von Engpässen und die Auslösung einer Krisenphase, falls erforderlich.

Zum European Chips Act kommen weitere staatliche Initiativen, wie die Ankündigung der spanischen Regierung von Ende Mai 2022 unterstreicht. Sie plant,

aus den Pandemie-Hilfsmitteln der Europäischen Union 12,25 Milliarden Euro zu investieren, » [Übersetzung durch die Autor*innen] um Produzenten von Halbleitern und Mikrochips ins Land zu locken. 9,3 Mrd. Euro davon seien vorgesehen, um den Bau von Fabriken zu fördern [...] Gut eine Milliarde Euro sei für Forschung und Entwicklung in dem Bereich eingeplant. Das Geld soll bis 2027 eingesetzt werden.«[11]

2.2.3 Transatlantische Koordinierungsbemühungen

Die Schwachstelle des European Chips Act liegt im Vergleich zu den US-amerikanischen und chinesischen Anstrengungen darin, dass die notwendigen Gelder aus nationalen Budgettöpfen stammen. Somit besteht die Gefahr, dass kleinere und finanziell schwächer ausgestattete Staaten gegenüber größeren finanzkräftigeren Ländern ins Hintertreffen geraten. Gleichzeitig beharrt Europa auf einem differenzierten und herausfordernden Wettbewerbs- und Beihilfenrecht, dass sich angesichts der aktuellen globalen Dynamiken nachteilig für europäische Unternehmen auswirkt. Daher müssen aus der Perspektive der europäischen Industrie gerade jetzt die Kräfte gebündelt werden, um Europa als souveränen Player zu positionieren und so dringend benötigte Produktionskapazitäten zu sichern.

Ein Beispiel dafür stellt die geplante Halbleiterfabrik des US-Chipherstellers Intel in Magdeburg dar, die mit einer Investitionssumme von rund 30 Milliarden Euro errichtet werden soll und die mit rund zehn Milliarden Euro deutschen Fördermitteln im Rahmen des EU Chips Act gefördert werden soll.[12]

Um hier einen Wettbewerb um Subventionsmittel im Bereich der Mikrochipindustrie zwischen der EU und den USA zu verhindern, ist mittlerweile eine engere Zusammenarbeit zwischen den beiden »Wirtschaftsweltmächten« geplant. Zudem soll ein Frühwarnsystem eingerichtet werden, das auf Gefahren eines Halbleitermangels und Subventionswettlaufs hinweist. Dies wurde in einer gemeinsamen Erklärung zur zweiten Sitzung des neuen europäisch-amerikanischen Handels- und Technologierates im Mai 2022 in Paris verlautbart. Im Juni 2021 hatten sich die EU und die USA auf die Einrichtung des Rates geeinigt.[13]

---

11 Siehe »Spain to spend 12.25 bln euros on microchip industry«: https://www.reuters.com/markets/europe/spain-spend-1225-bln-euros-microchip-industry-2022-05-24/, zuletzt geprüft am 09.06.2023

12 »Bund fördert Intel-Werke mit knapp sieben Milliarden Euro«: https://www.manager-magazin.de/unternehmen/tech/intel-bund-foerdert-chipfabriken-in-magdeburg-mit-knapp-sieben-milliarden-euro-a-6ea1c0 f3-2a3b-4c57-9693-f355b7e1ee07, zuletzt geprüft am 09.06.2023

13 Siehe »Vertrag für neues Intel-Werk in Deutschland unter Dach und Fach«: https://www.derstandard.at/story/3000000175271/vertrag-fuer-neues-intel-werk-in-deutschland-unter-dach-und-fach, zuletzt geprüft am 23.06.2023

2.3 Halbleiter und Technologiesouveränität: Was aus Sicht der Industrie zu tun ist

Gerade bei der Schlüsseltechnologie Halbleiter ist es wichtig, möglichst rasch Ziele zu formulieren, die vorrangig die dringendsten Bedarfe der europäischen Schwerpunktindustrien adressieren. Priorität hätten dabei aus Sicht eines europäischen Halbleiterherstellers wie Infineon folgende Schwerpunkte:

- Eine groß angelegte und fortgeschrittene CMOS[14]-Produktion auf einer Foundry-Basis, die den nachgefragtesten Halbleiterstrukturgrößen der europäischen Industrie von 28 bis zu zwölf Nanometern (nm) entspricht. Obwohl diese Technologieknoten nicht zu den sogenannten »Spitzentechnologien« zählen, auf die sich das Ziel der Europäischen Kommission für 2030 konzentriert, werden sie aber noch über mehrere Jahre jene »Brot-und-Butter«-Technologien sein, die beispielsweise die Automobil- oder Maschinenbauindustrie benötigt. Diese Technologien zu vernachlässigen, während man versucht, bei den Fünf-Nanometer-, Zwei-Nanometer- oder sogar noch kleineren Strukturgrößen aufzuholen, kann sich äußerst nachteilig auswirken und bereits bestehende Versorgungsengpässe für diese europäischen Schwerpunktindustrien zementieren.
- Aufbauend auf den europäischen technologischen Stärkefeldern in Leistungselektronik, Sensorik und Security gilt es, diese weiter nachdrücklich zu forcieren.
- Gemeinsame Anstrengungen zur Entwicklung einer führenden Kompetenz im Chipdesign, basierend auf offenen Standards (zum Beispiel RISC-V), Nutzung von künstlicher Intelligenz (KI) und Fähigkeit zu Edge-Computing.
- Gemeinsame Anstrengungen zur Entwicklung fortgeschrittener, heterogener Integrations- und Packaging-Lösungen von Mikroelektronik.
- Die verstärkte Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit in Europa mit führenden Unternehmen bei Transistorarchitekturen der nächsten Generation, mit geringem Stromverbrauch und heterogenem Packaging spezifisch für die Anforderungen der europäischen Schwerpunktindustrien.

2.4 Die Bedeutung europäischer Förderinstrumente

Essenziell in der Ausgestaltung des Chips Act ist die Verknüpfung mit bestehenden Arbeitsstrukturen und Förderinitiativen wie dem »Important Project of Common Interests on Microelectronics« (IPCEI ME – https://www.ipcei-me.eu/),

14 Complementary Metal Oxide Semiconductor

das sich ausdrücklich mit Aspekten der Technologiesouveränität befasst,[15] oder der Europäischen Mikrochip-Allianz (https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/alliance-processors-and-semiconductor-technologies).

Das IPCEI ME unterstützt das Wachstum der EU und schafft Spillover-Effekte in ganz Europa. Zusammen mit 31 anderen Unternehmen ist Infineon Technologies Austria Teil von IPCEI ME. Das Projekt setzt fast acht Milliarden Euro an neuen öffentlich-privaten Investitionen frei und fördert das Wachstum der europäischen Mikroelektronikindustrie. IPCEI ME wird von den EU-Mitgliedern Österreich, Frankreich, Deutschland und Italien sowie vom Vereinigten Königreich finanziert.

Der Beitrag von Infineon im Rahmen von IPCEI ME umfasst Innovation, Forschung, Entwicklung und erste industrielle Implementierungsaktivitäten für verschiedene nachgelagerte Märkte, wie die Automobilindustrie, die Energieumwandlung oder auf mobile und industrielle Anwendungen. Die Energieeinsparungen durch Komponenten und Anwendungen von Infineon, die im Rahmen von IPCEI ME industrialisiert werden, unterstützen die nachhaltige Transformation in Europa und leisten einen entscheidenden Beitrag zur Umsetzung des EU Green Deal.

Infineon Technologies Austria ergänzt die Kernaktivitäten von IPCEI ME durch:

- die Förderung des Einsatzes von neuen Halbleiter-Materialien wie Siliziumkarbid und Galliumnitrid im Bereich der Leistungselektronik,
- die Steigerung der Energieeffizienz und Erhöhung der Leistungsdichte in Mobilitäts- und Energieumwandlungsanwendungen,
- die Wahrnehmung einer Vorreiterrolle bei System-on-Chip-Lösungen, die aus analogen, digitalen und leistungselektronischen Komponenten in IoT-Systemen und mobilen Anwendungen bestehen,
- die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Stromversorgungsgeräten in mobilen Anwendungen, die unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden, durch den Einsatz neuer Materialien, Prozesse und digitaler Lösungen,
- Steigerung der Robustheit der Geräte, um den Elektronikschrott in den nachgelagerten Märkten zu reduzieren.

Durch IPCEI ME werden auch zusätzliche Arbeitsplätze in Österreich und ganz Europa geschaffen und neue FuE-Kooperationsprojekte auf dem Kontinent unter-

15 »Addressing aspects of European industrial policies and technological sovereignty, the IPCEI instrument has been assessed to be of major strategic importance and impact.«: https://www.ipcei-me.eu/2021/11/16/important-step-in-the-right-direction-ipcei-ecsel-austria-conference/, zuletzt geprüft am 09.06.2023

stützt. Um weiteres Wachstum anzuregen, sollen neue Kooperationen mit KMUs, Start-ups und Großunternehmen entlang der Wertschöpfungskette sowie mit Universitäten, Forschungseinrichtungen und MINT-Studierenden in Ost- und Südosteuropa ausgebaut werden. Das im Rahmen von IPCEI ME generierte Wissen soll über Spillover-Aktivitäten verbreitet und positive Effekte über die Teilnehmerländer hinaus in ganz Europa realisiert werden. Dadurch soll es gelingen, Kapazitäten und Kompetenzen in Europa langfristig verfügbar zu haben und insgesamt einen wesentlichen Beitrag zu Wachstum, Beschäftigung und Technologiesouveränität der europäischen Industrie und Wirtschaft zu leisten.

Um allerdings die ehrgeizigen Vorhaben bis 2030 zu erreichen, benötigen der Chips Act, aber auch die anderen Aktivitäten wie IPCEI ME und das Nachfolgeprojekt IPCEI ME 2, Horizon Europe mit seinem missionsorientierten Förderungsansatz sowie Key Digital Technologies Joint Undertaking (früher ECSEL)[16] oder Digital Europe[17] ein höheres Umsetzungstempo, eine ausreichende Ausstattung mit finanziellen Mitteln, den Fokus auf die Schaffung gleicher Wettbewerbsbedingungen sowie einen intelligenten, visionären und mehrdimensionalen Ansatz, der die gesamte Breite der Technologien einschließt, um die Halbleiterindustrie zu stärken.

Schließlich geht es um nichts weniger, als in Europa ein Halbleiterökosystem auf globalem Spitzenniveau zu etablieren und einseitige Abhängigkeiten von nicht-europäischen Regionen und Firmen abzubauen. Das schließt mit ein, die Nachfrage der europäischen Kunden zu decken, die globale Wettbewerbsfähigkeit auszubauen und die Kompetenzen in Europa zu erweitern.

16 »The Key Digital Technologies Joint Undertaking – the Public-Private Partnership for research, development and innovation – funds projects for assuring world-class expertise in these key enabling technologies, essential for Europe's competitive leadership in the era of the digital economy. KDT JU is the successor to the ECSEL JU programme, supporting its ongoing projects. Through the KDT JU, European industry, SMEs and Research and Technology Organisations (RTOs) – represented by industry associations – are supported and co-financed by the KDT Participating States and the European Union.« (https://www.kdt-ju.europa.eu/what-we-do, zuletzt geprüft am 09.06.2023)

17 »Das ›Digital Europe Programme‹ (DIGITAL) mit einem Gesamthaushalt von 7,59 Mrd. Euro wird der europäischen Gesellschaft und Unternehmen helfen, den digitalen Wandel optimal zu nutzen. Die Gelder fließen in den Auf- und Ausbau digitaler Kapazitäten und Infrastrukturen und unterstützen das Ziel, einen digitalen Binnenmarkt zu schaffen. Die Umsetzung erfolgt hauptsächlich durch koordinierte und strategische Ko-Investitionen mit den Mitgliedstaaten in den Bereichen Hochleistungsrechnen und Datenverarbeitung, künstliche Intelligenz und Cybersicherheit sowie fortgeschrittene digitale Kompetenzen im privaten und öffentlichen Sektor.« (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft: https://www.ffg.at/en/taxonomy/term/1334 o. J).

2.5 Industrielle Investitionen in Europa als Bedingung für mehr Souveränität

Für die dauerhafte Herstellung von Technologiesouveränität ist neben der Aktivität der Politik auch die unternehmerische Verantwortung und der Mut zu Investitionen in die Arbeitsplätze der Zukunft erforderlich. Hier gibt es eine Reihe von ermutigenden Beispielen aus den letzten Jahren.

2.5.1 Die 300-Millimeter-Wafer-Fabrik von Bosch in Dresden

Der Bau der volldigitalisierten 300-Millimeter-Wafer-Fabrik in Dresden mit einer Investitionssumme von einer Milliarde Euro stellt etwa die bislang größte Einzelinvestition in der Geschichte des Unternehmens Bosch dar. In der im Juni 2021 eröffneten hochvernetzten Halbleiterfabrik werden vor allem Mikrochips für das Internet der Dinge und für die Automobilindustrie vom Band gefertigt. Zum Produktionsstart waren am Standort 250 Beschäftigte angestellt, langfristig sollen insgesamt 700 Arbeitsplätze entstehen. Um die hohe Nachfrage auf dem Halbleitermarkt schneller decken zu können, kündigte Bosch im Herbst 2021 eine weitere Investition in der Höhe von 400 Millionen Euro an, die zusätzlich in die Chipfertigung in Dresden, aber auch die Fertigungen in Reutlingen und im malaysischen Penang fließen.[18]

2.5.2 Die neue Chipfabrik von Infineon Technologies in Villach

Mit der Errichtung seiner neuen Hightech-Chipfabrik für Leistungselektronik auf 300-Millimeter-Dünnwafern am Standort Villach (Österreich) hat Infineon 2021 eines der größten Investitionsprojekte in der Mikroelektronikbranche in Europa in der Größenordnung von 1,6 Milliarden Euro fertiggestellt. Der Infineon-Konzern verfügt mit der neuen, vollautomatisierten Fabrik über ein zusätzliches Umsatzpotenzial von rund zwei Milliarden Euro pro Jahr. Sie ist ein deutliches Beispiel dafür, dass es sinnvoll ist, innerhalb Europas und in einem kosten- und wettbewerbsintensiven Industriesegment eine hochleistungsfähige Produktionsstätte zu bauen und erfolgreich zu betreiben.

So kann Infineon mit dem neuen Werk den wachsenden Markt für Leistungshalbleiter in Elektroautos, Rechenzentren, Solar- und Windenergie gut bedienen. Allein die für Industrie-Halbleiter eingeplante Kapazität reicht rechnerisch zur Ausstattung von Solaranlagen aus, die in Summe mehr als 1.500 Terawattstunden

18 »Bosch investiert noch einmal 400 Millionen Euro in Chipfertigung«: https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/chipmangel-bosch-steckt-400-millionen-in-halbleiter-fertigung-17608304.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023

(TWh) elektrische Energie pro Jahr produzieren könnten – das entspricht in etwa dem dreifachen jährlichen Stromverbrauch in Deutschland.

Die Chipfabrik ist eine der modernsten weltweit und setzt auf Vollautomatisierung und Digitalisierung. Als »lernende Fabrik« kommen KI-Ansätze hauptsächlich im Bereich der vorausschauenden Instandhaltung zum Einsatz. Vernetzte Anlagen überwachen laufend ihre eigenen Systeme und können durch eine Vielzahl an Daten und Simulationen frühzeitig erkennen, wann sie gewartet werden müssen.

Infineon verfügt damit an den Standorten Villach und Dresden über zwei große Leistungshalbleiter-Produktionsstätten für 300-Millimeter-Dünnwafer, die auf den gleichen standardisierten Fertigungs- und Digitalisierungskonzepten basieren. Die Fertigungen können als gemeinsame virtuelle Fabrik gesteuert werden, wodurch die Produktivität nochmals erhöht wird. Und es kann zusätzliche Flexibilität generiert werden, da es dadurch möglich wird, die Fertigungsvolumina für unterschiedliche Produkte rasch zwischen den Standorten zu verschieben. Mit dieser virtuellen Megafabrik setzt Infineon in Europa einen neuen Maßstab in der 300-Millimeter-Leistungshalbleiterfertigung.

In Österreich festigt diese Investition die Position von Infineon als eines der forschungsstärksten Industrieunternehmen. Parallel dazu wurden die Forschungs- und Entwicklungs-Kapazitäten an den Standorten in Linz, Graz und Villach ausgebaut.

Infineon investiert weiter in Europa: Im Februar 2023 kündigte der Infineon-Konzern den Bau eines neuen Werkes am Infineon-Standort Dresden für Analog-/Mixed-Signal-Technologien und Leistungshalbleiter an. Investiert werden dort fünf Milliarden Euro, es entstehen rund 1.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze. Der Start der Fertigung ist für Herbst 2026 geplant.

2.5.3 Die Erweiterungen von Boehringer Ingelheim in Wien und Bruck/Leitha

Nach einer Bauzeit von vier Jahren eröffnete das Pharmaunternehmen Boehringer Ingelheim im Sommer 2021 sein neues Produktionsgebäude für Large Scale Cell Culture (LSCC) in Wien, für das der Konzern 700 Millionen Euro investierte und damit 500 Arbeitsplätze schuf. Die neue Anlage für biopharmazeutische Wirkstoffe hat eine Produktionskapazität von 185.000 Litern aus 48 Bioreaktoren, das ist eine Erweiterung des Produktionsvolumens um 30 Prozent. Dank hoher Automatisierung und Flexibilität ist ein extrem schneller Produktwechsel möglich.[19]

19 »700 Millionen Euro für Zellkulturen in Wien«: https://www.sn.at/wirtschaft/oesterreich/700-millionen-euro-fuer-zellkulturen-in-wien-110512501, zuletzt geprüft am 09.06.2023

Für 2026 plant Boehringer Ingelheim die Fertigstellung einer ähnlichen, aber noch größeren Produktionsstätte im niederösterreichischen Bruck an der Leitha. Hier wird die Investitionssumme mit 1,2 Milliarden Euro angegeben und es sollen 800 Arbeitsplätze entstehen. Die als »Green Factory« konzipierte Fabrik »Bionex« ist klimaneutral ausgerichtet, die benötigte Energie stammt aus den nahe gelegenen Windkraftanlagen, werkseigener PV-Stromproduktion und Biomasse am Standort.[20]

Gerade diese Investitionen in Schlüsselindustrien und kritische Infrastrukturen zeigen die vielfältigen Möglichkeiten auf, sich aus Europa heraus einen souveräneren Handlungsspielraum zu eröffnen.

3. Technologiesouveränität ist mehr als technologische Souveränität

Wie das erwähnte Thesenpapier des RFTE auch ausführt, reicht Technologiesouveränität über die bisher thematisierte Sicherung von zentralen Wertschöpfungsketten hinaus und verweist unter anderem auf drei Aspekte, die gerade unter den gegenwärtigen Herausforderungen näher zu betrachten sind. Sie betreffen die sensiblen Bereiche der Daten- oder digitalen Souveränität, die Verfügbarkeit von Rohstoffen – wobei sich hier die Verbindung mit der Energiesouveränität zu einer entscheidenden Qualität entwickelt hat – und schließlich der Bildungspolitik.

3.1 Rohstoffsouveränität durch einzigartige Netzwerkpositionen und Kreislaufwirtschaft

Wie der RFTE anmerkt, ist der Erfolg der digitalen Transformation und des gleichzeitigen Umbaus aller Sektoren in Richtung Nachhaltigkeit für Europa davon abhängig, inwieweit die Versorgung mit kritischen Rohstoffen zukünftig gesichert werden kann. Auch hier besteht dringender Handlungsbedarf, da etwa »die Volksrepublik China […] in besonderer Weise Afrika ins Visier genommen [hat], um die Rohstofflieferungen für seine stark wachsende Wirtschaft zu sichern. Gegenüber Afrikas Staaten nutzt China im Wesentlichen vergünstigte Kredite und Infrastrukturprojekte als Mittel zum Einstieg in deren attraktive Rohstoffmärkte.« (Saam 2008: S. 1).

20 »Boehringer-Ingelheim investiert 2022 kräftig, erwartet aber weniger Gewinn«: https://industriemagazin.at/news/boehringer-ingelheim-erwartet-2022-weniger-gewinn, zuletzt geprüft am 09.06.2023

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung verfasste die European Raw Material Alliance 2021 einen zwölf Punkte umfassenden Action Plan, der in vier zentralen Forderungen gipfelte:

1. »European policymakers will need to create a level playing field, since the cost of EU production is intrinsically higher than the Chinese production cost, which is massively lowered by a set of direct and indirect state subsidies.
2. European OEMs (original equipment providers, in this case the producers of components making use of rare earths) will need to consider potential commitments to buying a significant percentage share of rare earth materials from European producers.
3. The EU will need to ensure that end-of-life products and waste materials containing rare earths stay in Europe, facilitating their reprocessing and recycling.
4. There is a unique opportunity to trigger large private investments in the emerging European rare earths value chain by match funding. For this reason, the EU and its Member States should pull all financial levers including state aid, such as a dedicated Important Project of Common European Interest (IPCEI).«[21]

Im Sinne der Beschreibung von Souveränität als dauerhaft gesicherter Zugriff auf einzigartige, nicht ersetzbare Positionen in kritischen Netzwerken kann der Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffverfügbarkeit nur über die Stärkung einer »auf Regeln basierenden Ordnung von internationalen Beziehungen und globaler Arbeitsteilung« (RFTE 2021: 3) sowie dem gleichzeitigen Aufbau einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft führen. Die diesbezügliche Strategie des österreichischen Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) formuliert[22] in diesem Zusammenhang vier konkrete Ziele:

1. Reduktion des inländischen Ressourcenverbrauchs
2. Steigerung der Ressourceneffizienz der österreichischen Wirtschaft um 50 Prozent bis 2030
3. Die Erhöhung der Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe bis 2030 um 35 Prozent gegenüber dem Basisjahr 2020
4. Die Verringerung des Materialverbrauchs im privaten Konsum um zehn Prozent bis 2030, unter anderem durch Wiederverwendung von funktionsfähigen Produkten und umfassende Reparaturangebote

21 »European Raw Materials Alliance calls for action to ensure supply of rare earths«: https://www.pm-review.com/european-raw-materials-alliance-calls-for-action-to-ensure-supply-of-rare-earths//, zuletzt geprüft am 19.06.2023

22 https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/Kreislaufwirtschaft/strategie.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023

3.2 Die Energiewende macht sicherer, unabhängiger und nachhaltiger

3.2.1 Die fundamentale Bedeutung von Energiesouveränität

Eng mit der Technologie- und Ressourcensouveränität gekoppelt ist die entscheidende Frage nach Energiesouveränität. Durch die extremen Preissteigerungen auf den Strom- und Gasmärkten ab 2021, aber vor allem durch die Invasion russischer Truppen in der Ukraine wurde den Europäern verdeutlicht, wie sehr Wirtschaft und Gesellschaft noch immer von Importen fossiler Energieträger abhängig sind. Entgegen allen politischen Beteuerungen in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten basiert das europäische Wohlstandsmodell nämlich weiterhin überwiegend auf vergleichsweise günstigen und plötzlich äußerst prekären Gas- und Erdölimporten.

Energiesouveränität ist nach einer Definition des US-amerikanischen Wirtschaftswissenschaftlers Daniel Yergin dann gegeben, »wenn hinreichende, verlässliche Energielieferungen zu wirtschaftlichen Preisen auf eine Art erfolgen, die nicht mit den eigenen Werten, Interessen und außenpolitischen Zielen konfligiert oder diese gar gefährdet«,[23] und meint ein robustes Energiesystem, das in Krisen und gegen politische Einflussnahme resilient ist, als Basis für strategische Handlungsfreiheit (Westphal 2020).

Wann, wenn nicht jetzt ist der Zeitpunkt gegeben, die Energiewende in Europa mit voller Kraft voranzutreiben, und zwar aus Gründen, die sich gegenseitig verstärken: Klimaschutz, Versorgungssicherheit, langfristige Kosten und Wahrung sicherheits- und demokratiepolitischer Grundsätze? Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass die Initiativen zur Erreichung der notwendigen Klimaneutralität von den demokratischen Staaten Europas und Teilen der USA (hier vorwiegend Kalifornien) ausgehen und nicht von jenen Autokratien, deren Machtbasis in den überwiegenden Fällen auf fossilem Energiereichtum besteht.

Dabei geht es um nichts weniger, als die Dekarbonisierung der Stromerzeugung und in weiterer Folge sämtlicher Sektoren in Europa sicherzustellen, ohne die Wettbewerbsfähigkeit Europas leichtfertig aufs Spiel zu setzen. Nicht zuletzt seit der Unterbrechung der Gaslieferungen Russlands über »Nord Stream 1« und der Sabotage von »Nord Stream 2« ist klar, dass die Herstellung des Status quo ante nicht mehr realisierbar ist. Der Aufbau alternativer fossiler Versorgungsquellen, unter anderem durch die rasche Errichtung von Flüssiggasterminals, den Einsatz von Kohlestrom sowie die beschränkte Laufzeitverlängerung von drei deutschen AKWs, führt nur zu einer temporären Verringerung von russischem Erdgas. Wenn auch die Bereitstellung von Gas und Strom (der in den Wintermonaten zu

23 Zitiert nach: https://www.swp-berlin.org/10.18449/2020A46, zuletzt geprüft am 19.06.2023

einem Gutteil aus Gas produziert wird) für den Winter 2022/23 sichergestellt werden konnte, prognostizieren Experten für den kommenden Winter 2023/24 massive Versorgungslücken.

Was im Spätherbst 2022 zu beobachten war, waren länderspezifische protektionistische Maßnahmen wie der Gaspreisdeckel in Spanien und Portugal oder die Gaspreisbremse in Deutschland, die einem Subventionswettlauf gleichen. Mit Blickrichtung auf die europäische Wettbewerbsfähigkeit wären gesamteuropäische Lösungen nicht nur fairer, sondern würden auch zu befürchtende Auslagerungen von Produktionskapazitäten in kostengünstigere Regionen außerhalb Europas bremsen, worauf auch Georg Knill, der Präsident der österreichischen Industriellenvereinigung, hingewiesen hat.[24]

3.2.2 Das gesamte Potenzial der erneuerbaren Energien nutzen

Perspektivisch führt deshalb am konsequenten Ausbau der Stromerzeugung aus Wind-, Sonnen- und Wasserkraft, der Produktion von grünem Wasserstoff sowie an einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz kein Weg mehr vorbei, und zwar aus Gründen einer höheren Energiepreisstabilität für alle Marktteilnehmer*innen, einer erhöhten Energieunabhängigkeit und Versorgungssicherheit sowie natürlich aus Klimaschutzüberlegungen.

Die bisherige – durch regional- und lokalpolitisch getriebene und durch den scheinbaren Widerspruch von Landschafts- und Klimaschutz angeheizte – Einschränkung auf einzelne Technologien hat dabei angesichts der geopolitischen Entwicklungen gegenüber dem vorrangigen Interesse an Energiesouveränität zurückzutreten. Immer noch stehen überlange Genehmigungsverfahren der Umsetzung einer nachhaltigen Energiewende im Weg.

Es ist vollkommen einleuchtend, dass Europa auf keine regenerative Energieform verzichten kann – im Gegenteil, der Ausbau der Erneuerbaren muss als jene Wachstumschance begriffen werden, in der die Handlungsfähigkeit grundsätzlich vollständig in der Hand europäischer Entscheidungsträger*innen liegt. Keineswegs ist hingegen argumentierbar, dass mit Importen von nicht nachhaltigen Energieträgern weiterhin hohe Souveränitätsrisiken für Europa finanziert werden.

24 Was die österreichische und europäische Industrie jetzt brauche, sei eine »schnelle und europäische Lösung, die die Wettbewerbssituation innerhalb der europäischen Staaten nicht noch weiter verschärft. Denn jetzt werden Investitionsentscheidungen für die Zukunft getroffen und damit die Weichen für die Gestaltung unseres Industriestandorts in fünf oder zehn Jahren gestellt.«, meinte Knill gemäß OTS vom 24. November 2022 (https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20221124_OTS0188/industrie-gaspreisdeckel-auf-eu-ebene-umsetzen, zuletzt geprüft am 09.06.2023).

3.2.3 *Mit »Tech for Green« zu souveränem und nachhaltigem Wachstum – das Beispiel Infineon*

Der Ausstieg aus der fossil-basierten Ökonomie ist die größte Wachstumschance der kommenden Jahrzehnte[25] und sie wird wesentlich durch neue Technologien umsetzbar. In der Substitution fossiler Energieträger im Verkehr, im Bereich der Wärmeversorgung, in Landwirtschaft und Industrie sowie in der Steigerung der Energieeffizienz spielen Halbleiter die zentrale Rolle. Infineons Ansatz lautet dabei »Tech for Green«. Ergänzend zu »grünen« Technologien – die das eingeschränkte Segment eindeutig ausgewiesener Umwelttechnologien und ökologischer Energieformen beschreiben – bezieht »Tech for Green« Unternehmen und vorhandene Lösungen ein, die mit Technologie Nachhaltigkeit erschließen und zu einem energieeffizienten und ressourcenschonenden Gestalten in Wirtschaft und Gesellschaft beitragen. Die dabei entwickelten Lösungen sind ein weiterer Baustein zur Technologiesouveränität, da hier einerseits *intellectual property* geschaffen wird, andererseits die weitere Gestaltbarkeit voll gewährleistet ist.

Mit der Ersetzung von natürlichen Ressourcen durch technologische Intelligenz trägt beispielsweise auch Infineon dazu bei, energieeffiziente Innovationen für bestehende Herausforderungen zu entwickeln und eine lebenswerte Zukunft aktiv mitzugestalten. Die Einsparungen, die sich mit den in Villach gefertigten Komponenten erzielen lassen, übersteigen die bei der Produktion entstandenen Emissionen um das 81-Fache. Der ökologische Nettonutzen bringt eine CO_2-Verringerung von neun Millionen Tonnen und entspricht damit rund 64 Prozent der jährlichen Pkw-Emissionen in Österreich oder dem jährlichen Speichervermögen eines Drittels des österreichischen Waldbestandes.[26,27]

---

25 Wie sehr die Dekarbonisierung weltweit als Investmentchance begriffen wird, zeigt unter anderem der »Annual Letter 2022 to CEOs« von Blackrock-CEO Larry Fink. »I believe the decarbonizing of the global economy is going to create the greatest investment opportunity of our lifetime. It will also leave behind the companies that don't adapt, regardless of what industry they are in.« (Fink 2022).

26 Die Berechnungen der CO_2-Einsparungen gründen auf Einsparpotenzialen von Technologien, in denen Halbleiter zum Einsatz kommen. Die Kennzahl bezieht sich auf das Kalenderjahr 2020 und wird basierend auf selbst entwickelten Kriterien erhoben. Zu den Pkw-Emissionen siehe den Klimaschutzbericht 2018 des Umweltbundesamtes: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0660.pdf, zuletzt geprüft am 12.06.2023.

27 Auf den Infineon-Konzern bezogen, wurden im Geschäftsjahr 2019 durch den Einsatz von Produkten und Lösungen netto – das heißt nach Abzug eigener Emissionen – 54 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente vermieden (https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/sustainability/csr-reporting/). Das entspricht etwa dem durchschnittlichen jährlichen Stromverbrauch von 80 Millionen Einwohner*innen in Europa oder der Einwohnerzahl der zehn größten Städte Europas (»Infineon wird ein CO2-neutrales Unternehmen«, https://www.infineon.com/cms/de/about-infineon/press/press-releases/2020/INFXX202002-030.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023).

»Tech for Green« vereint Nachhaltigkeit mit Wachstum und macht deutlich, dass und wie Digitalisierung, Klimaschutz und intelligentes Wirtschaften systemisch und als wirkungsvolles ökonomisches sowie ökologisches Modell für das zukünftige Wohlergehen der Gesellschaft kombiniert werden können.

Infineon wendet »Tech for Green« im eigenen Unternehmen an, um den ökologischen Fußabdruck zu verkleinern. Das umfasst die Produktion sowie die gefertigten Elektronikchips über die gesamte Lieferkette bis hin zum energieeffizienten Gebäudemanagement an den Standorten und handlungsleitenden Maßnahmen für die Mitarbeiter*innen. Der Konzern zählt bereits heute zu den nachhaltigsten der Welt und wurde 2021 zum 12. Mal in Folge im Dow Jones Sustainability™ World Index sowie im Dow Jones Sustainability™ Europe Index in der Spitzengruppe gelistet.[28]

Ein wichtiger Schritt zur Effizienzsteigerung wird mittels Digitalisierungsstrategien verwirklicht, die eine Vernetzung von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen über Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen, wodurch intelligentere, effizientere sowie flexiblere Abläufe entlang der gesamten Wertschöpfungskette umgesetzt werden.

3.3 Souverän ist, wer auch über die Daten verfügt

3.3.1 Datensouveränität als Basis für die freie Gestaltbarkeit digitaler Transformation

Die Komplexität der vor uns liegenden Aufgaben wird zusätzlich durch die mangelnde Datensouveränität Europas negativ erhöht. Ein Blick auf die Liste der weltweit zehn größten IT-Unternehmen nach Marktkapitalisierung zeigt, dass sich darunter wenig überraschend die fünf US-amerikanischen Big Player befinden. Die ersten vier Plätze nehmen Apple, Microsoft, Alphabet und Amazon ein, auf Platz sechs folgt Meta (Facebook) mit einem kumulierten Börsenwert von knapp 10.000 Milliarden US-Dollar.[29]

Diese Vormachtstellung der US-Konzerne in der sogenannten Plattformökonomie hat weitreichende Auswirkungen, da die weltweite Sammlung und vor allem die Verwendung von Daten massive Wettbewerbsvorteile nach sich ziehen. Dadurch ist sowohl die gegenwärtige als auch die zukünftige Abhängigkeit von spezifischen Anwendungen und Komponenten im wahrsten Sinne des Wortes vorprogrammiert.

---

28 »Infineon gehört zu den nachhaltigsten Unternehmen der Welt. Zum zwölften Mal in Folge wird das Unternehmen in führenden Index für Nachhaltigkeit aufgenommen«: https://www.infineon.com/cms/de/about-infineon/press/press-releases/2021/INFXX202111-019.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023

29 https://de.wikipedia.org/wiki/Big_Tech zuletzt geprüft am 09.06.2023.

So stellt etwa auch das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fest, »[…] dass eine digital souveräne Wirtschaft die Verfügbarkeit von und den Zugang zu geeigneten digitalen Technologien und Daten benötigt. Dies wird sichergestellt, indem digitale Technologien entweder im eigenen Land produziert werden oder indem der Zugang zu diesen, auch in Krisenzeiten, abgesichert ist. […] [D]igitale Souveränität [bedeutet,] die digitale Transformation selbstbestimmt und frei zu gestalten.« (BMWK o. J.).

Betrachtet man etwa den Bereich Robotik, dann sprechen wir in diesem Zusammenhang von den sprichwörtlichen zehn Prozent des Eisberges, die aus dem Wasser ragen. Ähnliches lässt sich entlang des autonomen Autofahrens aufzeigen, dort entspricht die mechanische Exekution auch etwa zehn Prozent. Viel wichtiger ist, was sich unterhalb der Wasserlinie bzw. der Motorhaube verbirgt – die 90 Prozent machen es aus. Und diese 90 Prozent bestehen aus Daten und Algorithmen. »Digitale Souveränität bedeutet aber nicht nur die Beherrschung von oder Vorherrschaft über alle relevanten Schlüsseltechnologien aus dem Umfeld der Informations- und Kommunikationstechnologien, sondern vor allem die Frage der Kontrolle bestimmter technologischer Bottlenecks, etwa Quantenkryptografie, die digitale Kommunikation sicher macht.« (RFTE 2021: 4).

Besonders die weitere Entwicklung der künstlichen Intelligenz baut auf der Verfügbarkeit von Daten auf. »The nations that lead in the development and use of artificial intelligence (AI) will shape the future of the technology and significantly improve their economic competitiveness, while those that fall behind risk losing competitiveness in key industries.« (Castro/McLaughlin 2021: 1). Und Europa fällt hier im Vergleich mit den USA deutlich zurück, während sich China sukzessive nach oben arbeitet (Castro/McLaughlin 2021: 2). Dabei wird die KI zu einem kritischen Treiber des globalen Wirtschaftswachstums, und zwar um bis zu 14 Prozent bis 2030 – das sind umgerechnet 15,7 Billionen US-Dollar (Szczepański 2019).

3.3.2 Datensouveränität als Teil gesellschaftlicher und politischer Grundsatzentscheidungen

Spricht man über Technologien, dann übersieht man meist eine Komponente, die ganz wesentlich über eine enge Betrachtung von Souveränität hinausgeht. Der Einsatz und die Anwendung von Technologien sind immer mit fundamentalen gesellschaftlichen Werten verbunden und wir sollten uns dabei nicht davon täuschen lassen, dass der gesamte »Westen« scheinbar auf denselben Grundsätzen einer offenen Gesellschaft aufbaut.

Die unterschiedlichen Zugänge und deren Folgen lassen sich im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit und Nutzung von Daten – quasi dem »Öl der Digitalisierung« – gut darstellen: So ist aufgrund der bestehenden Gesetzeslage der Daten-

schutz in den USA bekanntlich so gut wie ungeregelt und beruht weitgehend auf der Selbstverpflichtung der einzelnen Unternehmen. Dies basiert auf einer sehr grundsätzlichen Überzeugung von Freiheit, die sich aus dem im Silicon Valley vorherrschenden libertären Frontier-Denken speist. Dieser Zugang manifestiert sich beispielhaft in radikalen – möglicherweise nicht repräsentativen – Aussagen des bekannten Hightech-Investors Peter Thiel, wenn er sagt: »I no longer believe that freedom and democracy are compatible«[30] und auf eine Zukunft hofft: »[…] that might allow humanity a return to freedom and wealth, and a break from the tyranny of women voters and welfare beneficiaries«.[31]

Demokratie, Rechtsstaatlichkeit, Gleichberechtigung, freie Marktwirtschaft und soziale Sicherheit wiederum zählen zu den Säulen, auf denen das europäischen Friedens- und Wohlstandsmodell aufbaut. Die Europäische Union hat sich bislang in der Einschränkung der Macht der digitalen Plattformen weitgehend auf den Konsument*innen- und Datenschutz konzentriert, zuletzt mit dem Digital Services Act. Genauso wichtig wäre es, »den Zugang zu bereits außerhalb von Europa gespeicherten Daten sicherzustellen, insbesondere wenn sie von Europäer*innen und europäischen Unternehmen gesammelt werden« (RFTE 2021: 4).

Hier geht es darum, Daten entlang europäischer Datenschutzstandards in Europa für die Entwicklung von (KI-)Anwendungen einzusetzen, die auf den gesellschaftlichen Werten einer offenen, demokratischen Gesellschaft basieren, wie sie in Europa gelten. Als eindringliches Gegenbeispiel lässt sich das chinesische System der Massenüberwachung im Rahmen des »Social Credits«-Systems anführen, bei dem mittels flächendeckendem digitalem Echtzeitscreenings individuelles Verhalten sanktioniert wird.

4. Fachkräfte mit Growth Mindset gefragt

Die bislang angeführten Souveränitätsbereiche bleiben allerdings unvollständig, solange es nicht gelingt, ausreichend Fachkräfte zu mobilisieren und die gesamteuropäische Bildungspolitik an zukünftigen Herausforderungen zu orientieren. Im Future for Jobs Report 2020 weist das World Economic Forum unter anderem

30 Zitiert nach Max Chafkin (2021): The Contrarian: Peter Thiel and Silicon Valley's Pursuit of Power (E-Book), New York, Kapitel 9, Pos. 30.6/34.

31 »He argued that there were three signs of hope—not inconsequently all signs in which he was an investor—that might allow humanity a return to freedom and wealth, and a break from the tyranny of women voters and welfare beneficiaries. These were the internet, Facebook in particular; outer space, where, he said, new rocket technologies were making space colonies more likely; and, of course, seasteading«, ebd.

darauf hin, dass »85 million jobs may be displaced by a shift in the division of labour between humans and machines, while 97 million new roles may emerge that are more adapted to the new division of labour between humans, machines and algorithms« (World Economic Forum 2020: 5).

Mit dem Pact for Skills for Microelectronics hat die EU ein Programm zur Förderung von Höherqualifizierung und Umschulung, zur Gewinnung »neuer Talente« sowie zur Erschließung von Fördermitteln auf EU-, nationaler sowie regionaler Ebene ins Leben gerufen. Damit sollen gemeinsame Maßnahmen zur Steigerung der Wirkung von Investitionen in die Verbesserung vorhandener Qualifikationen (Upskilling) und in die Vermittlung neuer Qualifikationen (Reskilling) unterstützt werden.

Die Disruption der Arbeitswelt durch die neuen Technologien erfordert besonderes und proaktives Augenmerk auf die Aus- und Weiterbildung, um die Chancen der Veränderung zu nutzen und die digitale und grüne Transformation für den Produktionsstandort Europa innerhalb einer globalisierten Weltwirtschaft zu nutzen. Dazu braucht es ebenso das Headquarter in Europa, aber auch die Kapazitäten in Forschung und Entwicklung sowie in der Produktion.

Für die Mitarbeiter*innen der Gegenwart, aber noch mehr jene der Zukunft, steht der »purpose« mehr denn je im Vordergrund. Diese Begeisterung, aktiv etwas zu ändern, muss Eingang in die Bildungspolitik finden, um bereits bei den Jüngsten Meta-Fähigkeiten zu fördern – wie etwa das Denken in dynamischen Systemen oder den erfolgreichen Umgang mit schwierigen, ungewohnten Herausforderungen – und damit ein »Growth Mindset« zu unterstützen.[32]

Infineon hat deshalb beispielsweise neben zahlreichen weiteren Initiativen seine Spillover-Aktivitäten im Rahmen von IPCEI ME unter den Titel »Mission Future« gestellt. Das Ziel ist es, jungen Menschen gemeinsam die Möglichkeit geben, die kommenden Jahre für Europa durch ihr schulisches, studentisches und später berufliches Leben aktiv mitzugestalten. Wir nennen dies unsere »Mission Future«.

Im ersten Jahr der Beteiligung hat Infineon Austria Technologies bereits zahlreiche Spillover-Aktivitäten durchgeführt. So wurden mehr als 20 Workshops und Konferenzen mit fast 4.000 Teilnehmenden organisiert, über 100 neue akademische Kontakte zu 30 europäischen Universitäten geknüpft, mehr als 40 Universitätsvorlesungen in drei europäischen Ländern gehalten, fast 100 Unter-

32 Dieses Growth Mindset meint ein dynamisches Selbstbild, das davon ausgeht, »dass Sie Ihre Grundeigenschaften durch eigene Anstrengungen weiterentwickeln können. Auch wenn wir uns in tausenderlei Hinsicht, in Talenten, Eignungen, Interessen oder dem Temperament noch so sehr unterscheiden, wir alle können uns durch Einsatz und Erfahrung verändern und entwickeln.« (Carol Dweck (2016): Selbstbild. Berlin, E-Book, Kapitel 1, Pos. 7.9/22).

nehmen und Start-ups integriert und über 100 Studierende durch Vollstipendien, Sachleistungen, Praktika und Sommerschulen unterstützt.

5. Fazit: Mutig den Kurs halten

In der Zusammenschau der hier dargestellten Teilbereiche einer europäischen Souveränität zeigt sich, dass der Wind dem »alten Kontinent« buchstäblich »ins Gesicht weht«. Ohne jeden Alarmismus sind jetzt mutige Entscheidungen für die kommenden Jahrzehnte in Europa notwendig – in den Bereichen Technologie, Energiewirtschaft, Rohstoffsicherung, klimaneutrale Wachstumsinvestitionen sowie Aus- und Weiterbildung.

Die wahre Herausforderung – das Management der Folgen der Klimakrise unter Aufrechterhaltung von freier Marktwirtschaft, liberaler Demokratie und hohem Lebensstandard – steht noch vor uns und sie ist unilateral niemals lösbar. Autarkie kann niemals die Antwort auf globale Probleme sein.

Die Risiken, die uns die gegenwärtigen Krisen auf ökonomischer und politischer Ebene aufzeigen, liegen zu einem Großteil in den Fehlern, die wir – Politik, Wirtschaft und Gesellschaft – in Europa durch ein zu bequemes Verharren in einer »Politik der Unausweichlichkeit« begangen haben. Aber der alte Kontinent hat große Chancen, die es mutig und offensiv zu nutzen gilt. Wir müssen jetzt den Blick für die Notwendigkeiten der Souveränitätswende schärfen, die Segel setzen und auch bei wechselnden Windverhältnissen den Kurs halten in Richtung jener »einzigartigen und nicht ersetzbaren Netzwerke«, mit denen Europa seine Zukunft eigenständig gestalten kann.

Literatur

Accenture and Global Semiconductor Alliance (2020): Globality and Complexity of the Semiconductor Ecosystem. Online verfügbar unter https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-119/Accenture-Globality-Semiconductor-Industry.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Aeneas (2022): European Chips Act proposals in detail. Online verfügbar unter https://aeneas-office.org/2022/02/09/european-chips-act-proposals-in-detail/, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

A.T. Kearney (2021): Europe's urgent need to invest in a leading-edge semiconductor ecosystem. Online verfügbar unter https://www.kearney.com/documents/291362523/291371424/Europes+urgent+need+to+invest+in+a+leading-edge+semiconductor+ecosystem.pdf/f3ec1e30-b8 ff-b367-417c-62cf476342ea?t=1636562554000, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

BMWK (o. J.): Schwerpunktstudie Kooperationen mit digitalen Start-ups: Die Sicht etablierter Unternehmen. Online verfügbar unter https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Dossier/schwerpunktstudie.html, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Brookings Institution (2020): China 2049: Economic Challenges of a Rising Global Power. Online verfügbar unter https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2020/01/FP_20200106_china_2049_dollar_huang_yao.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Castro, D.; McLaughlin, M. (2021): Who Is Winning the AI-Race? Center for data innovation.

Edler, J.; Blind, K.; Frietsch, R.; Kimpeler, S.; Kroll, H.; Lerch, C.; Reiss, T.; Roth, F.; Schubert, T.; Schuler, J.; Walz, R. (2020): Technologiesouveränität – Von der Forderung zum Konzept. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technologiesouveraenitaet.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

European Parliamentary Research Service (2021): Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty. Study of the Scientific Foresight Unit (STOA). Online verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2021)697184, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Fink, L. (2022): The Power of Capitalism. Annual letter to CEOs. Online verfügbar unter https://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/larry-fink-ceo-letter, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (o. J.): Digital Europe Programme. Aufbau und Erweiterung der digitalen Kapazitäten und Infrastrukturen in Europa. Online verfügbar unter https://www.ffg.at/europa/digital, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE) (2021): 10 Thesen zur Technologiesouveränität – Diskussionsgrundlage. Online verfügbar unter https://www.rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2021/RFTE_Neujahrsempfang_2021_Thesenpapier.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Saam, W. (2008): Chinas Griff nach Afrikas Rohstoffen – Auswirkungen auf Afrikas Entwicklung und Europas Versorgungssicherheit. Konrad-Adenauer-Stiftung, Analysen & Argumente, Ausgabe 49. Online verfügbar unter https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=3e60584d-b528-b6b7-76a8-e9a296cff65b&groupId=252038, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Snyder, T. (2018): Der Weg in die Unfreiheit. München: E-Book, Kapitel 1, 10.5.

Szczepański, M. (2019): Economic impacts of artificial intelligence (AI). European Parliamentary Research Service, PE 637.967. Online verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

von der Leyen, U. (2021): Rede der Präsidentin von der Leyen zur Lage der Union – 2021. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/SPEECH_21_4701, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Westphal, K. (2020): Strategische Souveränität in Energiefragen – Überlegungen zur Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit Deutschlands in der EU. Stiftung Wissenschaft und Politik (Hrsg.), SWP-Aktuell, Nr. 46. Online verfügbar unter https://www.swp-berlin.org/publications/products/aktuell/2020A46_energiesouveraenitaet.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

World Economic Forum (2020): The Future of Jobs Report 2020. Online verfügbar unter https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2023.

Technologische Souveränität als Mission?!

Ina Schieferdecker

1. Einleitung

Technologische Souveränität hat sich als zentrales politisches Ziel und Leitmotiv etabliert. Während die Debatte bereits im Nachgang der Enthüllungen von Edward Snowden Fahrt aufgenommen hat (Maurer et al. 2014), meist unter dem Stichwort »digitale Souveränität«, haben gerade die Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit die Probleme starker wirtschaftlicher und technologischer Abhängigkeiten deutlich zutage treten lassen. Einerseits wurde durch die Covid-19-Pandemie und die damit einhergehenden Disruptionen der globalen Lieferketten offenbar, wie Abhängigkeiten zu einer verminderten Resilienz und Widerstandsfähigkeit der nationalen Wirtschaft führen (siehe unter anderem Darnis 2020). Andererseits hat gerade der Krieg in der Ukraine auch die sicherheitspolitischen Konsequenzen von Abhängigkeiten ins öffentliche Bewusstsein gerückt. Hinzu kommt das zunehmend offensivere Streben Chinas nach technologischer Vorherrschaft (Zenglein/Holzmann 2019), das teilweise bereits in regelrechte Wirtschafts- und Technologiekriege mit den USA mündet (Allison et al. 2021). Dabei ist auch Europa kein Unbeteiligter (vergleiche hierzu unter anderem die Debatte um die Beteiligung von Huawei an der 5G-Infrastruktur in Europa).

Als Reaktion auf die oben skizzierten Entwicklungen sind in den letzten Jahren sowohl zahlreiche politisch-strategische Papiere (vergleiche unter anderem BMBF 2021; von der Leyen 2020; White House 2020) als auch wissenschaftlich-konzeptionelle Studien (Edler et al. 2020; Edler et al. 2021; March/Schieferdecker 2021; Crespi et al. 2021; Weyerstraß et al. 2021) zu technologischer Souveränität erschienen. Dabei hat sich in zweierlei Hinsicht ein weitgehender Konsens herausgebildet.

Erstens wird technologische Souveränität in den meisten Beiträgen klar von Autarkie abgegrenzt. Dementsprechend geht es nicht um die Abschottung von den globalen Märkten und Wettbewerbern oder um ein Zurückdrehen der Globalisierung. Eine umfangreiche theoretische und empirische Forschung weist ganz im Gegenteil stark auf eine positive Wechselwirkung zwischen technologischer Sou-

veränität einerseits sowie internationaler Zusammenarbeit und freiem Handel andererseits hin (vergleiche March/Schieferdecker 2021). Technologische Souveränität wird stattdessen verstanden als »Fähigkeit zur kooperativen (Mit-)Gestaltung von Schlüsseltechnologien und technologiebasierten Innovationen« (BMBF 2021: 3) bzw. »Fähigkeit eines Staates oder Staatenbundes, die Technologien, die er für sich als kritisch für Wohlfahrt, Wettbewerbsfähigkeit und staatliche Handlungsfähigkeit definiert, selbst vorzuhalten und weiterentwickeln zu können, oder ohne einseitige strukturelle Abhängigkeit von anderen Wirtschaftsräumen beziehen zu können« (Edler et al. 2020: 4). Dabei ist letztlich eine Ansammlung von Fähigkeiten gemeint, die notwendig sind, um Schlüsseltechnologien zu identifizieren, zu verstehen, zu bewerten, (weiter) zu entwickeln, zu produzieren, zu nutzen und zu integrieren (March/Schieferdecker 2021) und so international auf Augenhöhe agieren zu können.

Zweitens wird technologische Souveränität als Gegenstand und Ziel einer ganzheitlichen (»holistischen«) und zugleich forschungs- und innovationszentrierten Politik verstanden. Diese umfasst insbesondere (vergleiche zum Beispiel Schieferdecker/March 2020):

- die Förderung grundlegender und anwendungsorientierter Forschung,
- die Förderung des Forschungstransfers in neue Produkte, Dienste, Prozesse und Geschäftsmodelle in neuen und etablierten Unternehmen,
- den Aufbau dafür notwendiger Ökosysteme und Infrastrukturen,
- die Entwicklung der notwendigen Kompetenzen und die Ausbildung und Gewinnung der notwendigen Forscherinnen, Forscher und Fachkräfte,
- die Unterstützung der Entwicklung von Normen und Standards,
- die Schaffung der erforderlichen rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sowie
- gezielte internationale Zusammenarbeit.

Letztlich geht es um den Aufbau von adäquaten Technologiepipelines bzw. *technologischen Innovationssystemen* (technological innovation systems, vergleiche Hekkert et al. 2007; Bergek et al. 2008). Ein partizipativer Ansatz unter Einbindung verschiedener Stakeholder ist dabei unabdingbar.

Während die theoretischen Grundlagen der einzelnen staatlichen Handlungsfelder und teilweise auch ihres Zusammenspiels gut erforscht sind, bringt die praktische Umsetzung im Sinne des Ausbaus von technologischer Souveränität zahlreiche Herausforderungen mit sich. Wie von Edler et al. (2021) betont, erfordert der Ausbau von technologischer Souveränität daher ein hohes Maß an »strategischer Intelligenz«. Zudem geht der notwendige ganzheitliche Politikansatz mit der Notwendigkeit einer guten Koordination zwischen verschiedenen Akteur*innen und Politikfeldern einher. Im Folgenden sollen daher die praktischen

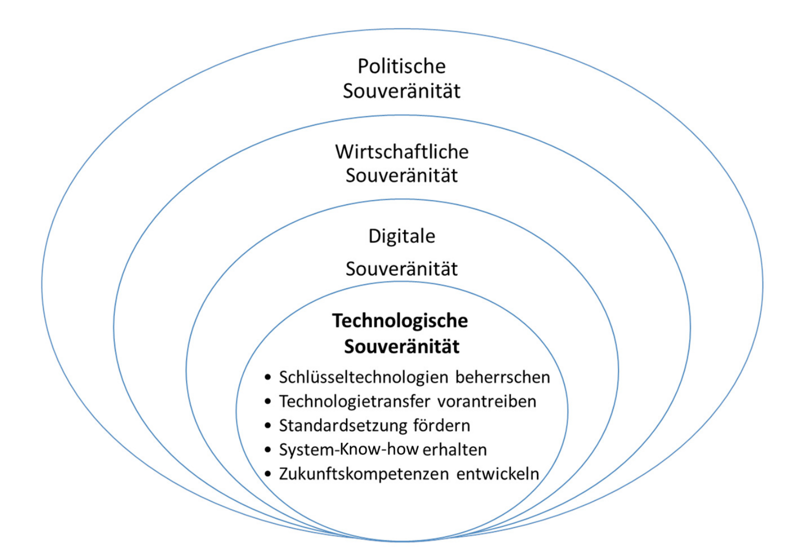


Abb. 1: Technologische Souveränität als Grundlage verschiedener Politikbereiche
Quelle: eigene Darstellung

Herausforderungen einer »(technologie-) souveränitätsorientierten Innovationspolitik« (March/Schieferdecker 2021) näher beleuchtet und im zweiten Kapitel erläutert werden.

Technologische Souveränität ist ein grundlegendes, jedoch nicht das einzige aktuelle Leitmotiv der Innovationspolitik, siehe auch Abbildung 1. In den letzten Jahren wurde insbesondere ein missionsorientierter Ansatz intensiv diskutiert. Dies wirft die Frage auf, in welchem Verhältnis technologische Souveränität und missionsorientierte Innovationspolitik stehen. Gibt es hier Komplementaritäten? Oder stehen die beiden Politikansätze im Konflikt? Diesen Fragen soll im dritten Kapitel nachgegangen werden.

2. Eine Roadmap für technologische Souveränität

Der Ausbau von technologischer Souveränität erfordert auf staatlicher Seite eine kluge Auswahl sowohl der relevanten Technologiefelder als auch der bestmöglichen Politikinstrumente. Dies ergibt sich einerseits aus den begrenzten Ressourcen des Staates, die durch die Krisen der jüngeren Vergangenheit noch weiter eingeengt werden. Die Innovationspolitik steht hier in einem Verteilungswettbewerb, etwa

mit der Sozial-, Gesundheits-, Umwelt-, Sicherheits- und Energiepolitik.[1] Dies gilt trotz der Eigenheit von technologischer Souveränität als Grundlage für all diese Bereiche, die in der Verteilung des Haushalts natürlich als starkes Argument ins Felde geführt werden kann.

Darüber hinaus ergibt sich die Notwendigkeit einer klugen Politikgestaltung jedoch auch aus der zunehmenden Komplexität von Technologien und technologiebasierten Innovationen und dem daraus folgenden Trend zu einer stärkeren Interdisziplinarität in Forschung und Entwicklung. Hieraus resultieren Verbund- und Skaleneffekte in Forschung, Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien, die sich nicht durch eine Top-down-Innovationspolitik und nur in seltenen Fällen durch einen einzelnen Staat allein realisieren lassen. Vielmehr müssen die sowohl wirtschaftlich zentralen als auch sicherheitspolitisch kritischen Technologien und Instrumente ausgewählt werden, die eine größtmögliche Hebelwirkung auf die Aktivitäten und Ressourcen von Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft in Europa entfalten, auch über die eigenen Landesgrenzen hinaus, und so das Entstehen entsprechender Allianzen und Netzwerke befördern. So erfordert die technologische Souveränität Europas entlang des demokratischen Wertekanons Europas Partnerschaften weltweit, um die systemischen Anforderungen auch geopolitisch zu adressieren. Es gilt, neben der weiteren Stärkung der Stärken die Schwächen so abzuschwächen, dass einseitige kritische Abhängigkeiten minimiert oder durch bi- beziehungsweise multilaterale kritische Abhängigkeiten kompensiert werden können.

Dabei sind drei Elemente wesentlich für die Operationalisierung von strategischer Intelligenz für technologische Souveränität:

- Erstens braucht es eine vielfältige, breite Beteiligung der diversen Akteursgruppen zur Bestimmung sowohl zentraler als auch kritischer Technologiefelder und ihrer Elemente.
- Zweitens bedarf es einer guten Fundierung dieser Vorschläge mittels einer ausgefeilten Indikatorik, auf deren Quantifizierung und Qualifizierung die Auswahl der relevanten Technologiefelder und Elemente basieren kann. Die Indikatorik sollte kontinuierlich überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden, um die Veränderungen von technologischen Innovationssystemen im Technologielebenszyklus zu berücksichtigen und abzubilden.
- Drittens müssen die auf der Indikatorik basierenden Auswahlvorschläge durch adäquate Mechanismen ergänzt werden, um die gewonnenen Erkenntnisse

1 Hier ergibt sich ein erster Unterschied zur missionsorientierten Innovationspolitik Mazzucatos, die eine Knappheit staatlicher Ressourcen und die daraus resultierenden Konflikte mit Verweis auf die moderne Geldtheorie (*modern monetary theory*) weitgehend negiert (Mazzucato 2021: 181 ff.).

kontinuierlich in politisches (und gesellschaftliches) Handeln übersetzen zu können. Partizipation gehört dabei wiederum zu den wichtigsten Werkzeugen.

2.1 Definition und Indikatoren

Eine erste Herausforderung besteht in der Identifikation relevanter Schlüsseltechnologien. Dieser Anspruch ist gleich in mehrerlei Hinsicht ambitioniert.

Erstens ist schon der Begriff der »Schlüsseltechnologie« nicht eindeutig definiert. Bekannt sind vor allem die Konzepte der »general purpose technologies« (Bresnahan 2010) sowie der »key enabling technologies« (European Commission 2009, 2012, 2018). Trotz gewisser Unterschiede heben beide Konzepte folgende Kriterien für Schlüsseltechnologien hervor:

- Sie zeichnen sich durch eine hohe Wissens-, Forschungs- und Kapitalintensität aus, wobei Letztere auch Humankapital einschließt.
- Sie verfügen über eine hohe Anwendungsbreite und sind damit auch systemisch relevant.
- Sie ermöglichen schnelle und fortlaufende Verbesserungen.
- Ihr Innovationsprozess ist hochgradig komplementär, das heißt, durch wechselseitige Innovationsimpulse mit vielen anderen Technologie- und Anwendungsfeldern geprägt.

Zudem gilt es, auch vor dem Hintergrund der mit den aktuellen, multiplen Krisen gestiegenen Sicherheitsanforderungen der Gesellschaft, die Schlüsseltechnologien zu adressieren, die sowohl für die innere und äußere Sicherheit als auch die gesellschaftliche Resilienz zentral sind. So werden neben der innovationsorientierten wirtschaftlichen Betrachtung (klassisches Verständnis von Schlüsseltechnologien) die nachhaltigkeits- und sicherheitsbezogenen Betrachtungen gleichrangig und führen zu einem modernen Verständnis relevanter Schlüsseltechnologien.

All diese Eigenschaften sind, zweitens, vorrangig qualitativer Natur. Das heißt, weder für ihre konkrete Messung noch für ihre relative Gewichtung hat die Wissenschaft bisher allgemein akzeptierte Indikatoren entwickelt. Dies öffnet die Tür für politische und gesellschaftliche Abwägungen, aber auch für politisch-strategische Einflüsse.

Drittens kann für einzelne Technologien zwar heutzutage aufgrund einer stetig wachsenden Menge an Daten durchaus bestimmt werden, ob sie die oben genannten Kriterien erfüllen. Dies ist jedoch häufig erst ex post möglich, das heißt nach Aufkommen, Entwicklung und fortgeschrittener Verbreitung der Technologien. Für eine strategische Steuerung der Innovationspolitik im Sinne von technologischer Souveränität ist dies nicht ausreichend. Vielmehr ist dafür eine kontinu-

ierliche frühzeitige Identifikation von neu aufkommenden Technologien notwendig, das heißt von Technologien, die noch am Anfang ihrer Entwicklung bzw. auf einem niedrigen Technologiereifegrad stehen.[2]

Notwendig ist daher technologische Vorausschau (Foresight), wie sie in vielen Ländern seit langer Zeit betrieben wird (vergleiche unter anderem Miles 2010). Obwohl auch hierfür regelmäßig datenbasierte Ansätze genutzt werden (Lee 2021), versprechen gerade neue Entwicklungen bei datengetriebenen Technologien und Datenquellen die Erweiterung der Möglichkeiten zur semantischen Analyse, etwa durch Nutzung von Blog-Einträgen (Albert et al. 2015) oder Methoden der künstlichen Intelligenz (Lee et al. 2018). Solche semantischen Analysen sind insofern wichtig, als die technologische Vorausschau auch immer mit Methoden zur Bestimmung und Bewertung möglicher sozio-technischer Konfigurationen auszurichten ist, sodass darauf aufbauende handlungsleitende Entscheidungen fundiert erfolgen können.

Die aktuelle Debatte zu technologischer Souveränität hat bereits zu verschiedenen Vorschlägen für einen Katalog an Kriterien und Indikatoren für Schlüsseltechnologien geführt (siehe unter anderem Bitkom 2022; Kroll et al. 2022). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat im Herbst 2021 einen Rat für technologische Souveränität (Rat4TS) eingesetzt, der sich in einem der ersten Schritte näher mit der Bestimmung und Auswahl von geeigneten Indikatoren für Schlüsseltechnologien befassen wird.

2.2 Förderpolitik im Technologielebenszyklus

Der Aufbau einer geeigneten Indikatorik für die frühzeitige Identifikation relevanter Schlüsseltechnologien ist jedoch nur der erste Schritt auf dem Weg zum Ausbau der technologischen Souveränität. Hieran muss sich ebenso ein Prozess zur Festlegung der notwendigen politischen Unterstützungsmaßnahmen anschließen.

Rein auf dem Markt- bzw. Wettbewerbsprinzip basierende Maßnahmen stoßen dabei schnell an ihre Grenzen. Tassey (2005: 94 ff.) identifiziert hierfür vier zentrale Gründe:[3]

- eine hohe Komplexität von Schlüsseltechnologien, die zu einem hohen technischen und ökonomischen Risiko führt, das Marktteilnehmer scheuen;

2 Die Literatur hat hierfür das Konzept der »emerging technologies« entwickelt (Rotolo et al. 2015). Emerging technologies zeichnen sich demzufolge aus durch radikale Neuheit, schnelles Wachstum, Kohärenz, bedeutsame Auswirkungen und ein hohes Maß an Unsicherheit und Ungewissheit. Hinsichtlich der Identifikation bestehen damit ähnliche Schwächen wie bei der Definition von Schlüsseltechnologien.

3 Hier könnten natürlich zahlreiche weitere Quellen angeführt werden.

- die erforderlichen langfristigen Zeithorizonte, die mit den kurzfristigen Notwendigkeiten im Marktwettbewerb kollidieren;
- die bereits betonten Verbund- und Skaleneffekte, die in einer Unterdiversifizierung am Markt resultieren;
- externe Effekte, die zum Auseinanderfallen von gesellschaftlichen Interessen und den Interessen einzelner Marktteilnehmer führen.

Neben dem letztgenannten Punkt ist für relevante Schlüsseltechnologien, die häufig zentrale Bedeutung für originär staatliche Aufgaben wie die Gewährleistung von Sicherheit und die Grundversorgung der Bevölkerung besitzen, auch der aus der erforderlichen Resilienzstärkung sowie Zukunftsvorsorge resultierende Handlungsbedarf von besonders hoher Relevanz.

Technologische Souveränität erfordert daher gezielte staatliche Unterstützung und Steuerung. Dabei muss das jeweilige Technologiefeld Berücksichtigung finden, da der Erfolg forschungspolitischer Maßnahmen häufig von den Charakteristika der konkreten Schlüsseltechnologie und ihres Technologiefeldes abhängig ist. Dies beginnt schon bei den notwendigen Infrastrukturen und reicht über spezifische Anforderungen an die Nachwuchsausbildung bis hin zu unterschiedlichen Traditionen in der Verwertungsstrategie sowie Unterschieden in der Struktur der relevanten Branchen. Ein gutes Beispiel ist hier der Vergleich zwischen Software-Technologie und Mikroelektronik. Software wird heute von vielen und nahezu überall entwickelt. Die grundlegenden Kompetenzen können prinzipiell von jedermann erworben werden. Die bevorzugten Transferstrategien basieren auf Lizenzierung oder Open Source; die Branche ist durch viele Klein- und Kleinstunternehmen geprägt. Demgegenüber sind in der Mikroelektronik erhebliche Investitionen notwendig, unter anderem in Anlagen für die (Forschungs-)Fertigung. Aus diesem Grund sind nur einige wenige Akteure in der Forschung und der Industrie erfolgreich. Dem Schutz geistigen Eigentums und damit der Patentierung kommt eine besondere Rolle zu. Die Nachwuchsausbildung folgt spezifischen Karrierewegen. Aktuelle Maßnahmen des BMBF in diesen Bereichen wie die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland und ihre Akademie tragen diesen Spezifika Rechnung.

Darüber hinaus hängen geeignete Fördermaßnahmen auch vom Technologiereifegrad bzw. dem Stadium im Technologielebenszyklus ab (vergleiche unter anderem Anderson/Tushman 1990; Tassey 2005; Markard 2020). Geht es bei niedrigen Technologiereifegraden vorrangig um die Förderung (grundlegender) Forschung, verschiebt sich der Fokus im Laufe der weiteren Entwicklung der Technologie sukzessive zu anwendungsorientierter Forschung und spezifischen Transfermaßnahmen. Auch die Rolle von Forschungsverbünden und Kooperationsnetzwerken und damit das gesamte Technologieökosystem verändern sich im Technologielebens-

zyklus (Kapoor/McGrath 2014; van der Pol/Rameshkoumar 2018). Parallel müssen die notwendigen Forschungs- und Transferinfrastrukturen mitentwickelt werden. Auch die Entwicklung von Normen und Standards sowie gegebenenfalls die Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen dürfen weder zu früh noch zu spät angegangen werden. Während in einem frühen Stadium des Technologielebenszyklus die Möglichkeiten und Risiken einer neuen Technologie noch nicht hinreichend gut bekannt sind, birgt ein zu spätes Agieren die Gefahr, von den Entwicklungen am Markt oder den internationalen Wettbewerbern überholt zu werden.

Die Förderung des BMBF birgt verschiedene Beispiele für ein aufeinander aufbauendes Förderportfolio im Technologielebenszyklus. So hat eine langjährige Förderung in der Material- und Batterieforschung die Grundlage bereitet sowohl für umfangreichere Transfermaßnahmen wie die Forschungsfertigung Batteriezelle oder die IPCEI[4] zur Batteriezellfertigung auf europäischer Ebene als auch für die Ansiedlung verschiedener Unternehmen in Deutschland. Eine ähnliche Entwicklung lässt sich beispielsweise in der Mikroelektronik über die Forschungsprogramme und -maßnahmen des BMBF in den letzten beiden Dekaden nachvollziehen.

Die Technologielebenszyklusbetrachtung nimmt auch eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung der gesamten Programmatik für technologische Souveränität ein. So ist dabei einerseits wichtig, dass auch die angestrebte Indikatorik die verschiedenen Entwicklungsstadien von Schlüsseltechnologien nachverfolgen und so eine Grundlage auch für die später erforderlichen politischen Entscheidungen liefern kann. Andererseits sind ebenso das aktive Beenden von Fördermaßnahmen im Sinne einer Prioritäten- und Posterioritätensetzung und auch das zielgerichtete »Ausphasen« bestimmter Technologien, etwa um konkurrierende Technologieentwicklungen zu ermöglichen, wichtige Handlungsfelder zur Sicherung von technologischer Souveränität (vergleiche Markard 2020).

2.3 Die Rolle von Politik und Gesellschaft

Die bisherige Argumentation verdeutlicht, dass ein »technokratischer«, das heißt rein indikatorenorientierter Ansatz für den Ausbau von technologischer Souveränität nicht ausreichend ist. Die Letztentscheidung darüber, welche Technologien als Schlüsseltechnologien ausgewählt und in welcher Form und über welchen Zeitraum diese gefördert werden, liegt bei der Gesellschaft – und damit unmittelbar bei der Politik. Denn zum einen wird auch eine strenge kriterien- und indikatorenbasierte Auswahl mit hoher Wahrscheinlichkeit ein breiteres Portfolio an Schlüs-

---

4 2021 wurde das zweite IPCEI (Important Project of Common European Interest) »European Battery Innovation« für den Aufbau einer Batteriewertschöpfungskette in Europa gestartet.

seltechnologien liefern, als mit den vorhandenen staatlichen Ressourcen in ausreichendem Maß gefördert werden kann.

Und zum anderen gibt es keinen Königsweg zur technologischen Souveränität. Mögliche Ansätze umfassen beispielsweise (vergleiche BMBF 2021: 8):

- den gezielten Ausbau der eigenen Stärken, um die eigene Wettbewerbsposition in den betreffenden Technologiefeldern zu halten oder auszubauen und so sicherzustellen, dass Abhängigkeiten zumindest wechselseitig bestehen;
- den Start von gezielten Aufholprozessen, um Abhängigkeiten aktiv durch den Aufbau eigener Stärken zu reduzieren;
- eine Fokussierung auf die nächste Generation einer Schlüsseltechnologie, bei der Rückstände bestehen, oder auf eine neue aufkommende Substitutionstechnologie (»Leapfrogging«);
- die gezielte internationale Zusammenarbeit mit gleichgesinnten Partnern, um Ressourcen zu bündeln und arbeitsteilig ein umfassenderes Portfolio an Schlüsseltechnologien abzudecken.

Dies sind nur einige Möglichkeiten. Insbesondere ist auch die Akzeptanz einer Position der (einseitigen) Abhängigkeit, deren Risiko jedoch als hinreichend gering oder beherrschbar eingeschätzt wird, ein möglicher Weg. Da die Komplexität relevanter Schlüsseltechnologien in einer globalisierten Welt nur durch Partnerschaften und damit zwingend nur durch (gegebenenfalls einseitige) Abhängigkeiten erreicht werden kann, gilt es, besonders bei den Partnerschaften auf gegenseitige Abhängigkeiten sowie Alternativen zu achten, um Engpässen oder anderen Verwerfungen besser begegnen zu können.

Die Auswahl des Technologie- und Maßnahmenportfolios kann daher nur in einem politisch-gesellschaftlichen Prozess unter Einbindung der relevanten Stakeholder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Politik erfolgen. Das ergibt sich einerseits aus dem demokratischen Verständnis von Souveränität als »Volkssouveränität«, das heißt, es obliegt ultimativ der Gesellschaft, die notwendigen Maßnahmen zur Sicherung der eigenen Souveränität festzulegen. Die Notwendigkeit zu einem partizipativen Ansatz ergibt sich aber ebenso aus der Bedeutung von Allianzen und Netzwerken in technologischen Innovationssystemen, die nicht von oben verordnet werden können, sondern organisch wachsen müssen.

Notwendig ist insofern ein Mechanismus, der die relevanten Stakeholder an einen Tisch bringt und eine (wissens- und faktenbasierte) Diskussion, aber auch die notwendigen Entscheidungen ermöglicht. Zu beachten ist dabei, dass es sich bei der Sicherung von technologischer Souveränität um eine Daueraufgabe handelt. Die Geschichte ist gespickt mit Beispielen von Unternehmen und Gesellschaften, die ihre führende Position im Zeitverlauf verloren haben, weil sie neue Entwicklun-

gen außer Acht gelassen haben. Andererseits gibt es aber auch zahlreiche Beispiele für erfolgreiche Aufholprozesse.

Ein gutes Beispiel für einen funktionierenden Stakeholder-Prozess ist die Plattform Industrie 4.0. Die seit 2013 tätige Plattform umfasst heute mehr als 350 Stakeholder, die gemeinsam Lösungen in folgenden Bereichen erarbeiten: Technologie- und Anwendungsszenarien; Referenzarchitekturen, Standardisierung und Interoperabilität; Sicherheit vernetzter Systeme; rechtliche Rahmenbedingungen; Arbeit, Aus- Weiterbildung sowie Geschäftsmodelle.[5] Die Plattform gibt dabei auch heute noch regelmäßig neue Impulse und hat so unter anderem das Projekt GAIA-X angestoßen.

Die wesentliche Herausforderung besteht darin, in einem solchen Stakeholder-Prozess die Vereinnahmung durch »durchsetzungsstarke Einzelinteressen« (EFI 2022) zu vermeiden. Gerade Unternehmen, deren Erfolg sich auf dem aktuell vorherrschenden Technologieparadigma gründet, stehen technologischen Wandlungsprozessen oftmals skeptisch gegenüber und versuchen, diese in ihrem Sinne zu beeinflussen. Gleichzeitig sind diese Unternehmen für den Erhalt und Ausbau technologischer Souveränität unabdingbar, da sie aufgrund ihres Erfolges über die dafür notwendigen Ressourcen verfügen. Aber auch politische Einflussnahme, etwa im Interesse einzelner Regionen oder zu Zwecken des Machterhalts, sollte vermieden werden. Eine hohe Transparenz der Entscheidungsprozesse und der den Entscheidungen zugrunde liegenden Daten, Fakten und Erwägungsgründe sowie eine ausgewogene Besetzung unter gezielter Einbindung der Wissenschaft und Zivilgesellschaft sind hier valide Ansatzpunkte.[6]

3. Technologische Souveränität und missionsorientierte Innovationspolitik

In den letzten Jahren ist eine Refokussierung der Innovationspolitik zu verfolgen. Waren über eine lange Zeit Wirtschaftswachstum sowie die Sicherung und der Ausbau der eigenen Wettbewerbsfähigkeit die zentralen politischen Narrative für die Förderung von Forschung und Innovationen, sind in jüngerer Vergangenheit vor allem die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen – wie der Klimawandel, die Bekämpfung globaler Ungleichheiten oder die Verbesserung der Gesundheitsversorgung und des Zugangs dazu – in den Blickpunkt gerückt.

5 Siehe www.plattform-i40.de.

6 In diesen Überlegungen besteht ein zweiter Unterschied zur Argumentation von Mazzucato, die diesen zentralen Erkenntnissen der »Public Choice Theorie« die empirische Validität abspricht (Mazzucato 2021: 33 f.). Siehe hierzu jedoch unter anderem Congleton et al. (2019, 2008).

In diesem Zusammenhang wird zunehmend ein neuer Politikansatz propagiert, demzufolge der Staat nicht mehr nur die Rahmenbedingungen für Innovationen optimieren, sondern aktiv eine Richtung vorgeben soll. Den Kern bildet die Festlegung von »Missionen«, das heißt konkreten gesellschaftlichen Zielstellungen (vergleiche unter anderem Mazzucato 2021). Die Aufgabe des Staates besteht dabei darin, die richtigen Missionen zu finden und zu spezifizieren, alle betroffenen Stakeholder hinter den gewählten Missionen zu versammeln und deren Tun zu koordinieren sowie ein Maßnahmenportfolio zu entwickeln, welches geeignet ist, die Erfüllung der Mission zu ermöglichen.

Der innovationsökonomischen Literatur folgend eignen sich Missionen insbesondere für die Lösung von »wicked«, das heißt vertrackten gesellschaftlichen Problemen. Wanzenböck et al. (2020) identifizieren drei zentrale Charakteristika solcher Probleme:

– Sie sind *komplex*, das heißt insbesondere mehrdimensional, und erfordern damit die Mitwirkung einer Vielzahl an Akteuren.
– Sie sind *umstritten*, das heißt, mit inhärenten Zielkonflikten zwischen verschiedenen Akteuren verbunden.
– Sie sind durch ein hohes Maß an *Unsicherheit* und mangelndem Wissen geprägt.

Als Konsequenz aus diesen Eigenschaften erfordert die Lösung von vertrackten Problemen nicht eine einzelne technologische Innovation, sondern das Zusammenspiel mehrerer technologischer und sozialer, inklusive organisatorischer und politischer Innovationen (Mazzucato 2021: 5). Eine zentrale Funktion von Missionen besteht damit in der Aktivierung einer großen Zahl von Stakeholdern und der Schaffung einer zielgerichteten Dynamik (Janssen et al. 2021: 440). Technologiebasierte Innovationen sind dabei oft eher das Nebenprodukt als das Hauptanliegen einer eher transformationsorientierten Mission und nur selten von vornherein absehbar und planbar.

Welche Rolle können Missionen nun im Kontext technologischer Souveränität spielen? Einige Parallelen zwischen beiden Konzepten sind nicht von der Hand zu weisen: So erfordert sowohl der Ausbau von technologischer Souveränität als auch eine missionsorientierte Innovationspolitik einen ganzheitlichen Ansatz, der verschiedene Instrumente entlang der Innovationskette kombiniert. Auch die Einbindung einer Vielzahl von Stakeholdern ist beiden Ansätzen immanent. Darüber hinaus können Missionen zu wesentlichen technologischen Sprüngen beitragen, wie beispielsweise von Mazzucato (2021) im Kontext der Apollo-Mission eindrucksvoll nachgewiesen.

Zugleich bestehen zwischen beiden Konzepten auch klare Unterschiede. Der Erhalt von technologischer Souveränität ist eine Daueraufgabe, die niemals abgeschlossen ist. Selbst der erfolgreiche Abschluss einzelner technologieori-

entierter Missionen kann hier nur einen temporären Vorteil verschaffen. Von einer systemtheoretischen Perspektive ist technologische Souveränität eher die Voraussetzung für erfolgreiche Missionen als deren Konsequenz. Darüber hinaus werfen Missionen, die vorrangig auf die Weiterentwicklung oder Diffusion einer vorab spezifizierten Technologie abzielen,[7] die Frage auf, ob hier der missionsorientierte Ansatz seine volle Wirkung entfalten kann. Dabei ist die zentrale These, dass sich die Vorteile des missionsorientierten Ansatzes gerade in der Aktivierung einer höchstmöglichen Kreativität beim Suchen nach Lösungen für ein vorgegebenes Ziel manifestieren. Die Begrenzung des Suchraums wirkt dann eher kontraproduktiv. Wird die Charakterisierung als Mission hingegen vor allem an der Festlegung eines klaren Ziels und der Koordination verschiedener Stakeholder und Politikinstrumente festgemacht, läuft das Konzept Gefahr, lediglich eine Umetikettierung bekannter politischer Programme darzustellen und somit an Schlagkraft zu verlieren.

Missionen benötigen einerseits technologische Souveränität als Fundament und können andererseits vor allem in zweierlei Hinsicht zu technologischer Souveränität beitragen (siehe Abbildung 2, These 1–3): Sie können neue Technologiefelder aufdecken, die für die Lösung vertrackter gesellschaftlicher Probleme zentral sind, und damit wesentliche Eigenschaften einer Schlüsseltechnologie erfüllen. Zudem können Missionen in Einzelfällen technologische Sprünge ermöglichen, die für die Aufrechterhaltung von technologischer Souveränität in der gewählten Schlüsseltechnologie entscheidend sind, sich aber nicht linear aus dem bisherigen Technologiepfad ergeben.

Darüber hinaus ergibt sich jedoch noch eine dritte Schnittstelle zwischen technologischer Souveränität und missionsorientierter Innovationspolitik: Wie im vorherigen Kapitel argumentiert, erfordert technologische Souveränität den Aufbau eines Mechanismus, der es kontinuierlich erlaubt, die relevanten Schlüsseltechnologien und den politischen Handlungsbedarf frühzeitig zu erkennen und in einem politisch-gesellschaftlichen Miteinander Lösungswege festzulegen. Diese Zielstellung lässt sich mit Fug und Recht als »vertracktes Problem« bezeichnen: Es ist mehrdimensional, da es das Monitoring einer Vielzahl von Technologien sowie wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedarfen und die Einbindung zahlreicher Stakeholder erfordert. Es ist umstritten, da bei der Auswahl der Technologien und politischen Instrumente nicht nur verschiedene Lösungswege existieren, sondern auch verschiedene, oft widerstreitende Interessen zusammenkommen. Und es ist hochgradig unsicher, da es im Wesentlichen um die Vorhersage zukünftiger Entwicklungen geht. Darüber hinaus erfordert der Aufbau eines Mechanismus für technologische Souveränität sowohl technologische Innovationen, etwa für die

7 Sogenannte Akzelerator-Missionen (Wittmann et al. 2021).

4. Technologische Souveränität als transformationsorientierte Mission.

3. Transformationsorientierte Missionen als Experimentierfeld für Schlüsseltechnologien und mit Beiträgen zur Identifikation relevanter Schlüsseltechnologien.

2. Technologische Souveränität als Voraussetzung für erfolgreiche transformationsorientierte Missionen.

1. Technologieorientierte Missionen als Beitrag zur Stärkung der technologischen Souveränität.

Abb. 2: Schnittstellen zwischen technologischer Souveränität und missionsorientierter Innovationspolitik
Quelle: eigene Darstellung

Verbesserung des Forecasting, als auch soziale Innovationen insbesondere für die Zusammenarbeit in umfangreichen und zugleich variablen Akteurskonstellationen entlang des Technologielebenszyklus.

Somit ist der Aufbau eines technologiesouveränitätsorientierten Innovationsmechanismus vielleicht die eigentliche Mission, was zur vierten These in Abbildung 2 führt. So formuliert die »Zukunftsstrategie Forschung und Innovation« der Bundesregierung vom Februar 2023 eine Mission zur technologischen und digitalen Souveränität.

Literatur

Albert, T.; Moehrle, M. G.; Meyer, S. (2015): Technology maturity assessment based on blog analysis. In: *Technological Forecasting and Social Change,* Band 92, S. 196–209.

Allison, G.; Klyman, K.; Barbesino, K.; Yen, H. (2021): The Great Tech Rivalry: China vs the U.S. Cambridge, MA: Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School.

Anderson, P.; Tushman, M. L. (1990): Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. In: *Administrative Science Quarterly,* Band 35, S. 604–633.

Bergek, A. et al. (2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. In: *Research Policy,* Band 37, S. 407–429.
Bitkom (2022): Kriterien zur Identifikation von digitalen Schlüsseltechnologien. Berlin: Bitkom e. V.
BMBF (2021): Technologisch souverän die Zukunft gestalten. BMBF-Impulspapier zur technologischen Souveränität. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
Bresnahan, T. F. (2010): General purpose technologies. In: *Handbook of the Economics of Innovation.* S. l.: Elsevier, S. 761–791.
Congleton, R. D.; Grofman, B.; Voigt, S. (2019): The Oxford Handbook of Public Choice. New York: Oxford University Press.
Congleton, R. D.; Hillman, A. L.; Konrad, K. A. (2008): 40 Years of Research on Rent Seeking 2. Applications: Rent Seeking in Practice. Berlin, Heidelberg: Springer.
Crespi, F.; Caravella, S.; Menghini, M.; Salvatori, C. (2021): European Technological Sovereignty: An Emerging Framework for Policy Strategy. In: *Intereconomics* 56(6).
Darnis, J.-P. (2020): A COVID-19 Moment for Technological Sovereignty in Europe? Rome: Istituto Affari Internazionali.
Edler, J. et al. (2020): Technologiesouveränität. Von der Forderung zum Konzept. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
Edler, J.; Blind, K.; Kroll, H.; Schubert, T. (2021): Technology Sovereignty as an Emerging Frame for Innovation Policy – Defining Rationales, Ends and Means. In: *Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis,* No. 70.
EFI (2022): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2022. Berlin: EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation.
European Commission (2009): Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU. Brussels: s. n.
European Commission (2012): A European strategy for Key Enabling Technologies – A bridge to growth and jobs. Brussels: s. n.
European Commission (2018): Re-finding Industry. Defining Innovation. Report of the independent High Level Group on industrial technologies. Brussels: s. n.
Hekkert, M. P. et al. (2007): Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. In: *Technological Forecasting & Social Change,* Band 74, S. 413–423.
Janssen, M. J.; Torrens, J.; Wanzenböck, I.; Wesseling, J. H. (2021): The promises and premises of mission-oriented innovation policy – A reflection and ways forward. In: *Science and Public Policy* 48(3), S. 438–444.
Kapoor, R.; McGrath, P. J. (2014): Unmasking the interplay between technology evolution and R&D collaboration: Evidence from the global semiconductor manufacturing industry, 1990–2010. In: *Research Policy,* Band 43, S. 555–569.
Kroll, H. et al. (2022): Schlüsseltechnologien. In: *Studien zum deutschen Innovationssystem,* Issue 7–2022.
Lee, C. (2021): A review of data analytics in technological forecasting. In: *Technological Forecasting and Social Change,* Band 166, S. 120646.
Lee, C.; Kown, O.; Kim, M.; Kwon, D. (2018): Early identification of emerging technologies: A machine learning approach using multiple patent indicators. In: *Technological Forecasting and Social Change,* Band 127, S. 291–303.

March, C.; Schieferdecker, I. (2021): Technological Sovereignty as Ability, Not Autarky. In: *CESifo Working Paper,* No. 9139.

Markard, J. (2020): The life cycle of technological innovation systems. In: *Technological Forecasting and Social Change,* Band 153, S. 119407.

Maurer, T.; Morgus, R.; Skierka, I.; Hohman, M. (2014): Technological Sovereignty: Missing the Point? Berlin: Global Public Policy Institute.

Mazzucato, M. (2021): Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism. S. l.: Allen Lane.

Miles, I. (2010): The development of technology foresight: A review. In: *Technological Forecasting & Social Change,* Band 77, S. 1448–1456.

Rotolo, D.; Hicks, D.; Martin, B. R. (2015): What is an emerging technology? In: *Research Policy* 44(10), S. 1827–1843.

Schieferdecker, I.; March, C. (2020): Digitale Innovationen und Technologiesouveränität. In: *Wirtschaftsdienst,* Band 100, S. 30–35.

Tassey, G. (2005): Underinvestment in Public Good Technologies. In: *Journal of Technology Transfer* 30(1/2), S. 89–113.

van der Pol, J.; Rameshkoumar, J.-P.; (2018): The co-evolution of knowledge and collaboration networks: the role of the technology life-cycle. In: *Scientometrics,* Band 114, S. 307–323.

von der Leyen, U. (2020): Europas »technologische Souveränität«. *Handelsblatt*, 19 02.

Wanzenböck, I.; Wesseling, J. H. F. K.; Hekkert, M. P.; Weber, K. M. (2020): A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem-solution space. In: *Science and Public Policy* 47(4), S. 474–489.

Weyerstraß, K. et al. (2021): Globalisation – Quo Vadis? Economic, supply and technological sovereignty. Vienna: AIT.

White House (2020): National Strategy on Critical and Emerging Technologies. Washington D.C.: United States White House Office.

Wittmann, F. et al. (2021): Governign varieties of misison-oriented innovation policies: A new typology. In: *Science and Public Policy,* Band 48, S. 727–738.

Zenglein, M. J.; Holzmann, A. (2019): Evolving Made in China 2025. China's industrial policy in the quest for global tech leadership. Berlin: MERICS Mercator Institute for China Studies.

Teil II: Komplementäre Systemveränderungen und deren Schnittstellen zum Innovationssystem

Einleitung

Um die Veränderungsdynamik des Innovationssystems zu erfassen, reicht es nicht aus, dessen Entwicklung isoliert zu betrachten, sondern es müssen auch die Tendenzen und Schnittstellen zu anderen, komplementären Systemen betrachtet werden. Sie prägen wichtige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen, die die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des Innovationssystems mitbestimmen. Im Folgenden soll dabei insbesondere auf das Bildungssystem und das Wissenschaftssystem eingegangen werden sowie auf neue Ansätze beim Wissenstransfer und die Entwicklung der FuE-Finanzierung.

Ernst Hartmann geht zunächst auf das Bildungssystem als einem der Fundamente des Innovationssystems ein. Er fokussiert dabei auf die verschiedenen Formen digitaler Bildungstechnologien, deren Potenziale er als Sonderformen sozialer Innovationen begreift. Zugleich ermöglichen sie weiterreichende soziale Innovationen, beispielsweise im Hinblick auf die Senkung von Zugangsbarrieren zu Bildung, die Verbesserung der Inklusion oder die Entstehung neuer Formen von Social Entrepreneurship. Hieraus ergeben sich neue Ansatzpunkte für die Innovationspolitik und -förderung. Hartmann weist darauf hin, dass sich die unterschiedlichen Politiken, Stakeholder und auch Rechtsregime in den in Betracht kommenden Domänen teils erheblich unterscheiden, was in den förderpolitischen Konzepten, Bekanntmachungen und auch im Programmmanagement berücksichtigt werden muss.

In seinem Beitrag nimmt Stefan Kuhlmann eine breitere Einordnung der Rolle der Wissenschaft vor dem Hintergrund der veränderten Anforderungen des Anthropozäns vor und stellt diese den internen Veränderungsdynamiken des Wissenschafts- und Forschungssystems gegenüber. Dabei behandelt er unterschiedliche Facetten dessen, was Wissenschaft ausmacht, um die Vielschichtigkeit der erforderlichen Veränderungsprozesse aufzuzeigen und die Aufmerksamkeit auf Fragen der zukünftigen Governance eines von Interdisziplinarität geprägten, transformativ wirksamen Wissenschafts- und Forschungssystems zu lenken.

Thomas Hirth befasst sich in seinem Beitrag speziell mit einer der Kernaufgaben des Wissenschaftssystems, nämlich dem Transfer von Wissen in die Wirtschaft und die Gesellschaft sowie damit zusammenhängenden neuen Kooperationsformaten und Transferstrategien. Dieser Wissenstransfer wird dabei vor dem Hintergrund großer gesellschaftlicher Herausforderungen und damit verbundener Transformationsprozesse betrachtet, die sowohl technologische als auch soziale Innovationen erfordern. Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen haben im Zusammenwirken mit Politik, Wirtschaft, Kultur und Gesellschaft neue Strukturen und Strategien entwickelt, um diesem Anspruch an Wissenstransfer gerecht zu werden.

Der Beitrag von Christian Rammer untersucht die Entwicklung der FuE-Finanzierung und -Förderung in Deutschland. Dafür greift er auf statistische Daten seit Anfang der 1960er Jahre zurück, um die großen Entwicklungsphasen staatlich und privat finanzierter FuE nachzuzeichnen. Den Veränderungen in der Zusammensetzung der FuE-Finanzierung stellt er dabei die Entwicklung des thematischen Portfolios geförderter Forschungs- und Technologiefelder (inklusive damit verbundener Dienstleistungen) gegenüber und analysiert die Begünstigten staatlicher Förderung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die in den Kapiteln betrachteten Bereiche erhebliche Veränderungen aufweisen, die in ihrer Bedeutung vergleichbar mit jenen im Innovationssystem sind. Zugleich gibt es aber auch in diesen Bereichen starke beharrende Kräfte, die sich beispielsweise in der hohen thematischen Kontinuität der FuE-Förderung oder den Anreizstrukturen im Wissenschaftssystem widerspiegeln. Zu den großen Herausforderungen wird es daher gehören, die Veränderungen in den miteinander gekoppelten Systemen kohärent zu synchronisieren, um die angestrebten Transformationen rasch zu durchlaufen und eine höhere Agilität von Innovationsprozessen zu erreichen.

Digitale Bildungstechnologien im Kontext der Sozialen Innovationen

Ernst Andreas Hartmann

1. Einleitung

Digitale Bildungstechnologien – diese These soll in diesem Beitrag entwickelt und vertreten werden – sind besonders wirkmächtige digitale Soziale Innovationen, die große Potenziale für die Innovationsforschung aufweisen und daher in den Fokus von Innovationspolitik, -management, und -förderung gelangen.

In ersten Schritten werden Soziale Innovationen (Abschnitt 2) und insbesondere Digitale Soziale Innovationen (DSI, Abschnitt 3) einerseits sowie digitale Bildungstechnologien (EdTech, Abschnitt 4) andererseits vorgestellt. Anschließend werden digitale Bildungstechnologien in ihrer Bedeutung für Soziale Innovationen – insbesondere im Hinblick auf Innovationspolitik und -förderung – betrachtet und bewertet (Abschnitt 5).

Dabei geht es insbesondere um folgende innovationspolitische Hintergründe und Fragestellungen. Die Förderung technologischer bzw. technischer Innovationen stellt ein gut etabliertes Handlungsfeld der Innovationspolitik mit einer langen Tradition und einer Vielzahl bewährter Instrumente dar. Für Soziale Innovationen gilt dies nicht, hier gibt es erst seit kürzerer Zeit explizitere Zielvorstellungen in der Innovationspolitik (in Deutschland etwa seit ungefähr 2014 mit der dritten Phase der Hightech-Strategie; Kuhlmann/2018), entsprechend fehlt ein elaboriertes Instrumentarium der Förderung.

Digitale Bildungstechnologien wiederum können als Sonderfall Digitaler Sozialer Innovationen (DSI) betrachtet werden. Vor diesem Hintergrund stellen sich insbesondere für Innovationspolitik und -förderung folgende Fragen:

1. Wie stellen sich digitale Bildungstechnologien im Spannungsfeld zwischen **Sozialen, technischen und soziotechnischen** Innovationen dar? Welche Konsequenzen hat das für die Innovationspolitik und -förderung, etwa hinsichtlich der Beziehungen zwischen Förderprogrammen, die jeweils auf soziale oder technische Innovationen abzielen?

2. Welche Bedeutung hat das **soziale Unternehmertum** (Social Entrepreneurship) für digitale Bildungstechnologien? Welche Konsequenzen hat das für die Innovationspolitik und -förderung, etwa hinsichtlich der Förderinstrumente, Zielgruppen und deren Adressierung, Förderziele und -bedingungen?
3. Wie verhalten sich digitale Bildungstechnologien zu **öffentlichen und privaten Dienstleistungen**? Welche Konsequenzen hat das für die Innovationspolitik und -förderung, speziell im Kontext der Bildungspolitik?
4. Wie unterscheiden sich Soziale Innovationen von technischen Innovationen hinsichtlich ihres Verhältnisses zu **Forschung und Entwicklung** und welche neuen Möglichkeiten eröffnen digitale Bildungstechnologien für die Innovationspolitik und -förderung?
5. Welchen möglichen Impact haben digitale Bildungstechnologien auf die Rolle der **Sozialwissenschaften im Innovationsprozess** und welche Herausforderungen ergeben sich daraus für die Innovationspolitik und -förderung?

Diese Fragen werden in Abschnitt 5 der Reihe nach behandelt; die gefundenen Antworten werden dort dargestellt und in Abschnitt 6 zusammengefasst.

2. Definitionen: Was ist Soziale Innovation?

In einer bibliometrischen Analyse wissenschaftlicher und grauer Literatur aus sechs Jahrzehnten identifizieren Edwards-Schachter und Wallace (2017) drei »diskursive Arenen« der Definition Sozialer Innovation:

– Soziale Innovation im Kontext des – größeren, umfassenderen – **sozialen Wandels**, Soziale Innovation als Innovation **sozialer Praktiken**
– Soziale Innovation im Kontext der – nachhaltigen, regionalen, urbanen – **Entwicklung**
– Soziale Innovation im Kontext des **Dienstleistungssektors**, wobei sowohl öffentliche wie private Dienste gemeint sind und »society« ebenso angesprochen wird wie »market«

In der erheblichen Vielfalt der Definitionen und Analysen zur Sozialen Innovation scheint sich der Bezug zur Innovation sozialer Praktiken – auf Mikro-, Meso- und Makroebenen – seit einiger Zeit als Leitmotiv durchzusetzen (Howaldt/Schwarz 2010; Edwards-Schachter/Wallace 2017). In diesem Sinne betrifft Soziale Innovation soziale Prozesse, die in der Regel mikroskopischer und kleinteiliger sind als etwa Phänomene wie »sozialer Wandel« oder »soziale/politische Reform«. Diese sozialen Praktiken können wiederum in allen sozioökonomischen Sektoren vorkom-

men, in öffentlicher Verwaltung und Bürgergesellschaft ebenso wie in der privaten Wirtschaft (Howaldt et al. 2018).

Neben diesem zentralen Aspekt der sozialen Praktiken bestehen inhaltliche Bezüge der Sozialen Innovation zu folgenden, oben (Abschnitt 1) bereits angesprochenen Aspekten:

1. Soziale Innovation in Abgrenzung zu rein technischen und in Relation zu soziotechnischen Innovationen (zum Beispiel Brooks 1982)
2. Soziale Innovation und Social Entrepreneurship, also sozialorientierte Gründungen bzw. soziales Unternehmertum mit Ausrichtung nicht nur auf ökonomischen Erfolg, sondern auch auf gesellschaftlichen Mehrwert (zum Beispiel Dees 2007; Howaldt et al. 2018).
3. Soziale Innovation im Kontext privater und öffentlicher Dienstleistungen (zum Beispiel Howaldt/Schwarz 2010; Edwards-Schachter/Wallace 2017)
4. Soziale Innovation in ihrer Beziehung zu Forschung und Entwicklung (zum Beispiel Majewski Anderson et al. 2018)
5. Die Rolle der Sozialwissenschaften für Soziale Innovationen in Analogie zur Rolle der Naturwissenschaften für technische Innovationen (zum Beispiel Zapf 1994)

Digitale Bildungstechnologien werden im Folgenden als Digitale Soziale Innovationen (Abschnitt 3) betrachtet und weiter unten in ihren Relationen zu den oben genannten Aspekten näher analysiert (Abschnitt 5).

Ebenso sollen Digitale Bildungstechnologien und EdTech kurz skizziert werden (Abschnitt 4).

3. Digitale Soziale Innovationen

Digitale Soziale Innovationen (DSI) setzen in besonderer Weise auf die Möglichkeiten digitaler Technologien. Auf der digitalsocial.eu-Plattform (https://digitalsocial.eu) sind über 2.000 Organisationen und mehr als 1.500 Projekte aus dem Feld der DSI gelistet. Es finden sich Aktivitäten zu Themenfeldern wie Umwelt, Arbeitsmarkt, Gesundheit und Demokratie – und sehr viele Einträge zum Bereich der Bildung. Ein Grund für diesen hohen Anteil an bildungsbezogenen DSI könnte darin bestehen, dass der Bildungsbereich für viele Menschen ein prototypisches Anwendungsfeld sozialer Praktiken und dementsprechend auch Sozialer Innovationen ist.

Dementsprechend spielen in der Diskussion um Digitale Soziale Innovationen Fragen der Bildung eine zentrale Rolle. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei der Beitrag digitaler Technologien zur Senkung von Zugangsbarrieren und zur Ver-

besserung der Inklusivität von Bildung. In diesem Kontext betonen Martin Ebner und Sandra Schön (2016), neben Social Media, die Bedeutung offener digitaler Bildungsmaterialien (Open Educational Resources, OER).

Ileana Hamburg und Sascha Bucksch (2017) beziehen sich besonders auf die neuen Möglichkeiten des selbstgesteuerten und kollaborativen Lernens, die zur Verbesserung inklusiver Bildung eingesetzt werden sollten. Weiterhin schlagen sie vor, DSI in der Bildung auch zur Bildung für Inclusive Entrepreneurship zu nutzen, also zur Befähigung von Personen mit Behinderungen oder besonderen Bedürfnissen zur Unternehmensgründung. In dieser Hinsicht benennen sie zwei grundlegende Konzepte der DSI im Bildungsbereich: die digitalen Bildungstechnologien einerseits und andererseits die Entrepreneurship, wie sie sich auch in den EdTech-Start-ups äußert.

Die Potenziale von DSI im Bildungsbereich, Lernangebote niedrigschwellig (zum Beispiel OER) auch über größere Distanzen zu Verfügung zu stellen, wurden vielfach vor dem Hintergrund der Bedürfnisse von Ländern mit niedrigen und mittleren Einkommen diskutiert (Low and Middle Income Countries, LMICs; zum Beispiel Hennessy et al. 2021). Katy Jordan et al. (2021) nehmen dabei auch besonderen Bezug auf Herausforderungen in diesen Ländern im Zusammenhang mit der Covid-19-Pandemie.

4. Was sind digitale Bildungstechnologien und EdTech?

Martin Weller (2018, alle folgenden Angaben nach dieser Quelle) betrachtet die Historie der digitalen Bildungstechnologien über 20 Jahre rückblickend vom Jahr 2018 aus. Für jedes Jahr ab 1998 nennt er eine ›stilbildende‹ Technologie, ein digitales Feature oder technisch-didaktisches Konzept. Dadurch ergibt sich ein recht instruktives Kaleidoskop von Meilensteinen und Facetten der Entwicklung digitaler Bildungstechnologien. Infobox 1 stellt für die Jahre von 1998 bis 2017 die jeweiligen Aspekte im Überblick dar.

Infobox 1: Historische Meilensteine der digitalen Bildungstechnologien

– 1998: Obwohl wahrscheinlich schon 1994 »erfunden«, eröffnen **Wikis** ab circa 1998 eine neue Perspektive auf »demokratische«, kollektiv erstellte und genutzte Inhalte im Internet. Weller beklagt, dass dieser kollaborative Charakter später eher von unidirektional gerichteten (kommerziellen) Verlagsmodellen verdrängt wurde.

- 1999: **E-Learning** entsteht als digitales Paradigma insbesondere für Distanzlehren und -lernen und wird vor allem von Institutionen aufgegriffen, für die Distanzformate eine besondere Bedeutung haben.
- 2000: Konzepte der objektorientierten Programmierung wurden auf digitale Lerntechnologien angewandt und führten zu den **Learning Objects**. Hier steht der Gedanke von klar definierten, interoperablen und wiederverwertbaren »Bausteinen« digitaler Lehr-/Lernangebote im Vordergrund.
- 2001: Learning Objects sind wiederum konzeptionell sehr nahe an den **E-Learning-Standards** wie etwa SCORM (Sharable Content Object Reference Model), die solche Interoperabilität und Wiederverwertbarkeit definieren und unterstützen können.
- 2002: In einer ähnlichen Weise, wie objektorientierte Programmierung Impulse für Learning Objects gab, haben Open-Source-Konzepte sicherlich das Entstehen der **Open Educational Resources (OER)** mit befördert. Es entstanden neue Formen von Lizenzen, wie etwa die Open Publications License (OPL) und die bekannten Creative-Commons-Lizenzen.
- 2003: Durch **Blogs** und Web-Feeds wie RSS (Really Simple Syndication) wird nicht nur das Publizieren, sondern auch das Distribuieren von digitalen Inhalten für viele Akteure einfach möglich.
- 2004: Mit den **Learning-Management-Systemen (LMS)** entstanden machtvolle Instrumente für die Anbieter und Organisatoren von E-Learning, wie etwa Bildungseinrichtungen.
- 2005: Die Gründung von **YouTube** beschleunigte die Etablierung von digitalen Videoformaten als dezentrale, verteilte, »demokratische« Form des Erstellens und Distribuierens digitaler Inhalte aus Sicht der Produzent*innen und als ständig wachsender Pool an aus der Sicht der Konsument*innen leicht auffind- und verfügbaren Lern-»Happen« für praktisch alle Wissensgebiete.
- 2006: Die erste **Web-2.0**-Konferenz fand 2004 statt, und ab ungefähr 2006 verbreitete sich das Konzept dynamisch. Bereits vorliegende Entwicklungen wie Blogs und YouTube oder andere Videokanäle wurden unter dem Dachbegriff des »User-Generated Content« gebündelt und verstärkt.
- 2007: Eine neue Dimension entstand durch **Second Life** und andere **Virtual Worlds**. 2003 gegründet, wurde Second Life ab ungefähr 2007 als Medium für Bildungsangebote entdeckt und genutzt. Momentan ist es um diese Ansätze ruhiger geworden, aber Martin Weller sieht – auch wegen neuerer, robusterer Technologien – Chancen für ein Comeback.

- 2008: **E-Portfolios** stehen dafür, einen virtuellen Ort zu schaffen, an dem Nachweise des Lernens – seien es formale, non-formale oder informelle Lernprozesse – gesammelt und dokumentiert werden können. Mit einem Schwerpunkt auf formales und non-formales Lernen wird diese Idee später in den Konzepten der digitalen Badges und Credentials wieder aufgegriffen (siehe unten).
- 2009: Durch die mittlerweile unübersehbaren negativen Folgen von **Twitter** und anderen **Social Media** ist fast ein wenig in Vergessenheit geraten, dass diese Medien der schnellen und unkomplizierten verteilten Kommunikation auch erhebliche Potenziale für Lehr-/Lernprozesse bergen.
- 2010: Keine Technologie, sondern eine durch digitale Technologien inspirierte Lerntheorie ist der **Konnektivismus** (Connectivism), der – als »first internet-native learning theory« (Weller 2018) – Lernprozesse im Kontext von Komplexität, Vernetztheit und Selbstorganisationsprozessen in virtuellen Räumen beschreibt.
- 2011: Die Vielfalt digitaler Lernressourcen sollte durch **digitale Personal Learning Environments (PLE)** gebündelt und in einer individualisierten Form den Lernenden verfügbar gemacht werden.
- 2012: Ein breit bekanntes Konzept digitaler Bildungsangebote sind die **MOOCs** (Massive Open Online Courses). Hier werden verschiedene, bereits vorhandene Konzepte – OERs, Lernvideos, teilweise auch konnektivistische Lerntheorien – aufgegriffen und in eine gut definier- und wahrnehmbare Produktklasse überführt.
- 2013: **Open Textbooks** sind vor allem in den Vereinigten Staaten und Kanada verbreitet und erweitern das OER-Konzept auf ganze Lehrbücher.
- 2014: Mit **Learning Analytics** halten Methoden der Data Science Einzug in die Welt des digitalen Lernens. Durch Auswertung von großen Mengen an Daten Lernender sollen Lehrende und auch Bildungsinstitutionen Hinweise für die kurz- und langzyklische Verbesserung der Lehre und der Bildungsangebote bekommen.
- 2015: **Digital Badges** stellen einen Versuch dar, Lernergebnisse und Leistungen zu beschreiben und zu dokumentieren. Digital Credentials (siehe unten) stellen einen etwas formalisierteren Zugang zu diesem Thema dar.
- 2016: Mit der **»Rückkehr der KI«** (The Return of AI) beschreibt Weller Versuche, Methoden der KI und des maschinellen Lernens für Lehr-Lern-Settings zu nutzen, etwa als intelligente tutorielle Systeme (*intelligent tutoring systems*). Die Produkte sind weitgehend noch im Entwicklungsstadium; sie sind auch ethisch nicht unumstritten.

– 2017: Als letzten Meilenstein nennt Weller die **Blockchain**-Technologie, die wiederum vor allem als Mittel der fälschungssicheren Speicherung und Verwaltung von Leistungs- und Lernergebnisnachweisen genutzt werden könnte. Mittlerweile scheint es schon wieder etwas ruhiger um diesen Hype geworden zu sein, wobei alternativen Möglichkeiten der (dezentralen) Datenhaltung wieder mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Aus den Beispielen wird deutlich, dass einerseits nicht-bildungsspezifische Technologien, Tools und Features (zum Beispiel Wikis, Blogs, Social Media, KI, Blockchain) für Bildungszwecke mehr oder weniger unmittelbar aufgegriffen, andererseits spezifische digitale Bildungstechnologien und -tools (etwa Lernmanagementsysteme, E-Learning-Standards, Learning Analytics, Digital Credentials) entwickelt wurden – auch rückgreifend auf oben genannte und andere nicht-bildungsspezifische technische Ansätze. Weiterhin gibt es Meilensteine, die eher didaktische als technische Konzepte darstellen (zum Beispiel Konnektivismus).

Als aktuelle Trends jenseits der von Martin Weller im Jahr 2018 genannten Technologien und Konzepte lassen sich vielleicht die folgenden benennen:

– Das Thema digitaler Leistungs- und Lernergebnisnachweise bzw. Zeugnisse (**Digital Credentials**) wird unter anderem durch die Europass Digital Credentials Infrastructure (EDCI) der Europäischen Kommission stärker in den Vordergrund gebracht.
– Mit der steigenden Anzahl unterschiedlicher Lehr-/Lernplattformen werden Möglichkeiten des **Single Sign On** (SSO) immer wichtiger.
– Aus dem gleichen Grund gewinnen Funktionalitäten der **Meta-Suche** nach digitalen Bildungsangeboten über eine ganze Reihe von Plattformen und sonstigen Quellen an Bedeutung. Dabei sind auch erweiterte Metadaten-Konzepte, die die Beschreibung der jeweiligen Lerninhalte und -ergebnisse strukturieren, von großem Interesse.
– Schließlich wird die **Datensouveränität** der Lernenden – gerade vor dem Hintergrund zunehmender KI-Anwendungen – noch für eine ganze Weile eine der zentralen Herausforderungen bleiben.

Neben diesem historischen Ansatz soll noch eine weitere, eher ›querschnittliche‹ Herangehensweise dargestellt werden.

Das Beratungsunternehmen Holon IQ hat eine Marktübersicht des EdTech-Marktes entwickelt, die in ihrer grafischen Form an ein »Periodensystem des EdTech-Marktes« erinnert (Abbildung 1). Jede Spalte bezeichnet ein bestimmtes Marktsegment, das in den Zeilen in weitere Subsegmente unterteilt wird. Auf der

entsprechenden Webseite (www.globallearninglandscape.org) findet man für alle diese Subsegmente Verweise auf Unternehmen, die in diesen Märkten aktiv sind.

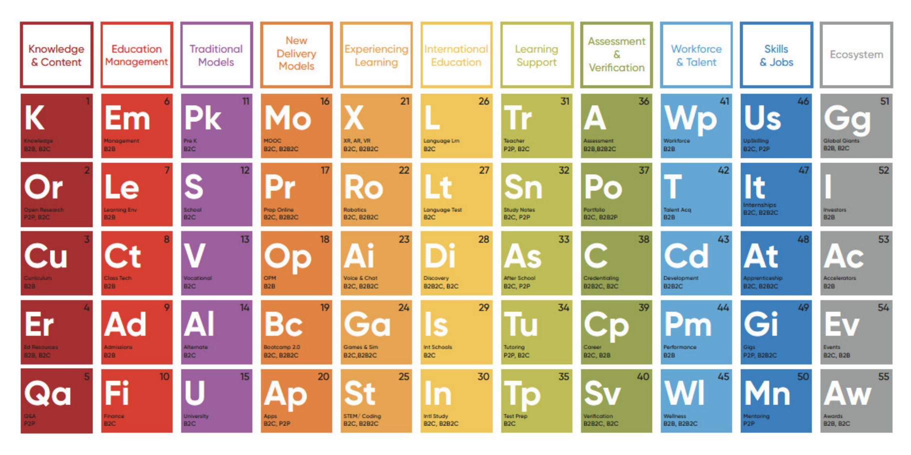


Abb. 1: Ein »Periodensystem« des EdTech-Marktes
Quelle: Holon IQ, www.globallearninglandscape.org

In Infobox 2 wird für jedes übergeordnete Marktsegment ein Subsegment herausgegriffen und es wird zur Illustration ein dort tätiges Unternehmen benannt. Diese Auswahl der Unternehmen ist rein illustrativ und stellt explizit keine inhaltlich-fachliche Bewertung dar. Die Beispiele wurden so ausgewählt, dass

- illustrative Geschäftsmodelle mit weithin bekannten Unternehmen vertreten sind,
- sich im Internet gute Dokumentationen der einzelnen Geschäftsfälle finden,
- die einzelnen Beispiele als möglichst typisch für das jeweilige Sub- und Hauptsegment gelten können und
- die Vielfalt der Lösungen auch dadurch dokumentiert wird, dass nicht nur softwarebasierte Angebote aufgenommen wurden.

Infobox 2: Marktsegmente der digitalen Bildungstechnologien, beispielhafte Angebote

- Segment »Knowledge & Content«, Subsegment Educational Resources (Code Er): Hier geht es um die kommerzielle oder nicht-kommerzielle Bereitstellung von digitalen Lehr-/Lernmaterialien oder -umgebungen. Beispielhaftes Unternehmen ist bettermarks (https://de.bettermarks.com), das digitale Lernmaterialien für Mathematik im Schulkontext anbietet.

- Segment »Education Management«, Subsegment Learning Environments (Code Le): Moodle (https://moodle.com) ist eines der bekanntesten und verbreitetsten Lernmanagementsysteme für Bildungseinrichtungen, insbesondere auch im Hochschulbereich.
- Segment »Traditional Models«, Subsegment University (Code U): Das Digital Credentials Consortium (https://digitalcredentials.mit.edu) ist ein Zusammenschluss führender Universitäten in Nordamerika und Europa mit dem Ziel, interoperable digitale Leistungs-/Lernergebnisnachweise für die Partner zur Verfügung zu stellen. Dieses Modell ist insofern ›traditionell‹, als sich an den – nicht-digitalen – Formaten der Lehrveranstaltungen nichts ändert, nur die Nachweise werden digitalisiert.
- Segment »New Delivery Models«, Subsegment MOOCs (Code Mo): edX (https://www.edx.org) ist seit seiner Gründung 2012 – damals als gemeinsame Tochter von MIT und Harvard, heute als Tochterunternehmen von 2U (https://2u.com) – einer der wichtigsten Player im MOOC-Bereich. Im Unterschied zum letzten Beispiel – digitale Credentials für konventionelle Lehrveranstaltungen – wird hier das Lehr-/Lernformat selbst digitalisiert.
- Segment »Experiencing Learning«, Subsegment Robotics (Code Ro): LEGO hat insbesondere mit seinen Produkten Mindstorms (https://www.lego.com/de-de/themes/mindstorms; nicht mehr erhältlich), BOOST (https://www.lego.com/de-de/themes/boost) und dem Lernsystem LEGO Education SPIKE Prime (https://education.lego.com/de-de/products/lego-education-spike-prime-set/45678#spike%E2%84%A2-prime) Produkte für das haptische, interaktive und spielerische Lernen im MINT- und speziell auch im Robotik- und Programmierbereich entwickelt.
- Segment »International Education«, Subsegment Language Learning (Code L): Digitale Sprachlernangebote wie die von Rosetta Stone (https://www.rosettastone.de) sind sehr bekannte, beliebte und verbreitete digitale Lehr-/Lernformate.
- Segment »Learning Support«, Subsegment After School (Code As): Ein großes Marktsegment für kommerzielle Anbieter ist das Nachhilfesegment, das von Firmen wie Studienkreis (https://www.studienkreis.de) bedient wird.
- Segment »Assessment & Verification«, Subsegment Credentialing (Code C): Das Thema Digital Credentials wurde schon mehrfach angesprochen. Die Non-Profit-Organisation Credential Engine (https://credentialengine.org) hat sich zum Ziel gesetzt, die riesige Vielfalt von Bildungsangeboten transparent zu machen. Mit dem Credential Finder (https://

credentialfinder.org) können – für den US-amerikanischen Bildungsmarkt – Bildungsangebote recherchiert und verglichen werden, etwa hinsichtlich ihrer Abschlüsse, der zugrunde liegenden Qualitätssicherungssysteme, der Kosten- und Zeitaufwendungen und auch der Relevanz für definierte Berufsbilder (nach O*Net-Klassifikation, https://www.onetonline.org) und Wirtschaftszweige.

- Segment »Workforce & Talent«, Subsegment Wellness (Code Wl): Zu einem umfassenden Human Resources Management gehören auch Elemente des Gesundheitsmanagements. Digitale Angebote wie WellRight (https://www.wellright.com) unterstützen Corporate-Health/Corporate-Wellness-Programme.
- Segment »Skills & Jobs«, Subsegment Upskilling (Code Us): Coursera (https://www.coursera.org) stellt Unternehmen und Individuen vielfältige Angebote für die berufliche Weiterbildung zur Verfügung.
- Segment »Ecosystem«, Subsegment Global Giants (Code Gg): Hier sollen ausnahmsweise zwei Beispiele aus zwei Subsegmenten benannt werden, hier zunächst eines aus dem Subsegment Global Giants. Zu den weltweit führenden Anbietern von Cloud-Diensten und Infrastruktur für digitale Ökosysteme – und damit auch für digitale Bildungs-Anbieter und -Ökosysteme – gehört AWS Amazon Web Services (https://aws.amazon.com/de).
- Segment »Ecosystem«, Subsegment Accelerators (Code Ac): Das zweite Beispiel kommt aus dem Subsegment Akzeleratoren (Accelerators). SEK Lab (https://seklab.es) ist der erste Akzelerator für EdTech-Start-ups in Spanien. Er ist Teil der SEK-Bildungsgruppe (https://www.sek.es/en/sek/about-us), die auch Schulen und eine Universität betreibt.

Es wird aus den Beispielen deutlich, dass sich die Marksegmente der digitalen Bildungstechnologien sehr differenziert darstellen. Weiterhin wird ein Übergewicht von software- und webbasierten Geschäftsmodellen deutlich; Ausnahmen finden sich eigentlich nur im Segment »Experiencing Learning«, wo hardwarebasierte Konzepte – wie die LEGO-Robotiksysteme – eine besondere Rolle spielen. Für die zukünftige Diskussion könnte wichtig sein, Hardwaresysteme und -komponenten etwas ausgewogener im Kontext der digitalen Bildungstechnologien zu berücksichtigen, um auch sehr erfolgreiche und reichweitenstarke hardwarebasierte Angebote wie etwa die der Firma Festo Didactic (siehe unten) entsprechend würdigen zu können.

Was sind nun, zusammenfassend, digitale Bildungstechnologien und EdTech? Vom Gegenstand her wurden die dahinterstehenden Technologien und Märkte oben beschrieben. Educational Technologies (EdTech) erscheinen zunächst als direkte Entsprechung zum deutschen Begriff Bildungstechnologien – ohne den Zusatz »digital«. In der üblichen Verwendung wird EdTech aber oftmals ausschließlich auf *digitale* Bildungstechnologien bezogen.

Weiterhin bezieht sich der EdTech-Begriff in der Regel auf den Kontext der Unternehmensgründungen und jungen Unternehmen, der EdTech-Start-ups. Dies ist beim deutschen Begriff der (digitalen) Bildungstechnologien nicht unbedingt so. So würden viele Akteure der Szene das wahrscheinlich bedeutendste deutsche Bildungstechnologie-Unternehmen Festo Didactic (https://www.festo-didactic.com) nicht als EdTech-Unternehmen bezeichnen: Es stellt zwar – unter anderem – digitale Bildungstechnologien her, ist aber kein Start-up (1965 als Geschäftsfeld aufgebaut, seit 1976 unter dem Namen Festo Didactic).

5. Digitale Bildungstechnologien in Relation zu Aspekten Sozialer Innovationen

Im Folgenden werden die oben (Abschnitt 2) beschriebenen Aspekte Sozialer Innovationen aufgegriffen und es werden die digitalen Bildungstechnologien in Relation zu diesen Aspekten besprochen; diese Aspekte sind im Einzelnen (vergleiche oben Abschnitt 2):

- Soziale Innovation in Abgrenzung und Relation zu rein technischen und soziotechnischen Innovationen
- Soziale Innovation und Social Entrepreneurship, also sozialorientierte Gründungen bzw. soziales Unternehmertum mit Ausrichtung nicht nur auf ökonomischen Erfolg, sondern auch auf sozialen Mehrwert
- Soziale Innovation im Kontext privater und öffentlicher Dienstleistungen
- Soziale Innovation in ihrer Beziehung zu Forschung und Entwicklung
- Die Rolle der Sozialwissenschaften für Soziale Innovationen in Analogie zur Rolle der Naturwissenschaften für technische Innovationen

5.1 Technische, soziotechnische und Soziale Innovationen

Schon in der »klassischen« Arbeit von Brooks (1982) wird zwischen rein technischen, soziotechnischen und Sozialen Innovationen unterschieden.

Rein technische Innovationen wie etwa maschinelles Lernen oder Blockchain sind oftmals Voraussetzungen digitaler Bildungstechnologien, sie sind aber auch von den digitalen Bildungstechnologien selbst gut abzugrenzen.

Der Einsatz von digitalen Technologien im Bildungsbereich kann auf rein Soziale Innovationen hinauslaufen, wenn bestehende Technologien lediglich in den Bildungskontext transferiert werden und dort neue soziale Praktiken auslösen. So sind etwa Webinare in der Regel Anwendungen von in anderen Kontexten entwickelten Techniken (zum Beispiel Videokonferenztechnik) im Bildungsbereich. Eine Soziale Innovation entsteht insofern, als die Praktiken des Lernens und Lehrens durch das neue digitale Medium verändert werden.

Es sind allerdings auch Entwicklungen erkennbar, in denen die technische Entwicklung sehr eng mit der didaktischen/sozialen Dimension einhergeht, etwa im Bereich der Learning Analytics oder auch der virtuellen Labore. Hier entsteht ein Feld soziotechnischer Innovation, das ganz besondere Potenziale beinhaltet, dass Innovationsimpulse sowohl in sozialer – neue Praktiken des Lernens und Lehrens – wie in technischer Richtung – neue bzw. neu konfigurierte technische Systeme – gesetzt werden können. Daraus ergibt sich weiterhin das Potenzial, dass die jeweilige Innovation – zumindest in Elementen oder Aspekten – auch auf andere Bereiche außerhalb des Bildungssektors übertragen werden kann.

Was bedeutet das für die Innovationspolitik und -förderung?

- Digitale Bildungstechnologien betreffen soziotechnische Innovationen, haben also sowohl soziale wie technische Aspekte. Damit können einerseits Förderprogramme definiert werden, die sich an sozialen, gemeinnützigen Zielen orientieren.
- Gleichzeitig können andererseits Programme und Instrumente aus dem Bereich der Technologieförderung für digitale Bildungstechnologien genutzt werden, etwa als dezidierte Bekanntmachungen im Rahmen von Hightech-Forschungs- und Gründungsprogrammen.
- Durch gezielte Kooperationen zwischen beiden Programmtypen können weitere Synergien erzielt werden.

5.2 Social Entrepreneurship

In der Diskussion zu Sozialen Innovationen wird oft ein mehr oder weniger enger Bezug zum Social Entrepreneurship/sozialen Unternehmertum hergestellt (Dees 2007; Howaldt et al. 2018). Die Verbindung von Sozialen Innovationen und sozia-

lem Unternehmertum ist dabei allerdings eher lose ausgeprägt, definitiv nicht im Sinne eines definitorischen Merkmals Sozialer Innovationen.

Auch im Bereich der digitalen Bildungstechnologien bzw. der EdTech-Start-ups finden sich für soziales Unternehmertum prominente Beispiele, wie etwa die KIRON-Bildungsplattform für Flüchtlinge, ein Social Start-up. Andere Unternehmen wie etwa edX starteten als Non-Profit-Unternehmung und wurden später von kommerziellen Unternehmen (hier: 2U) übernommen. Viele weitere EdTech-Start-ups sind von vornherein als kommerzielle Gründungen ausgelegt.

Das Feld der Bildungstechnologien ist hier insofern besonders interessant, als unterschiedliche Formen des neben- und miteinander Agierens privat-kommerzieller, privat-sozialer und öffentlicher Akteure beobachtet werden können. Dies eröffnet Perspektiven sowohl für die Innovations- und Transferforschung als auch für die praktische Dissemination von Innovationen.

Was bedeutet das für die Innovationspolitik und -förderung?

- Sowohl soziale Unternehmen als auch kommerzielle Unternehmen kommen als Fördernehmer in Betracht.
- Es können spezifische Förderinstrumente notwendig sein, etwa Businessplan-Wettbewerbe, die sowohl auf kommerzielle als auch soziale Unternehmensziele ausgerichtet sind, oder spezifische Wettbewerbe für jeden der beiden Zielkomplexe.
- Die Förderbedingungen – etwa hinsichtlich der Fördersätze – ebenso wie die Beratungs- und Begleitungsangebote der Programme müssen auf beide Typen von Organisationen ausgerichtet sein.

5.3 Öffentliche und private Dienstleistungen

Der Bezug zum Dienstleistungsbereich ist ein naheliegendes Merkmal Sozialer Innovationen, weil Dienstleistungen für viele Menschen ein typischeres und besser erkennbares Feld für soziale Praktiken darstellen als etwa der Produktionsbereich, wo die soziale Interaktion oftmals technisch überformt oder im Extremfall durch technische Prozesse ersetzt wird (Howaldt/Schwarz 2010; Edwards-Schachter/Wallace 2017). Diese Dienstleistungen können wiederum öffentlicher oder privatwirtschaftlicher Natur sein; Edwards-Schachter und Wallace (2017) verweisen in ihrer bibliometrischen Analyse darauf, dass ›society‹ ebenso als Referenzrahmen gefunden wird wie ›market‹.

Wie oben schon im Kontext des sozialen Unternehmertums angedeutet, stehen digitale Bildungstechnologien in einem vielschichtigen Verhältnis zu privatwirt-

schaftlichen sowie öffentlichen Akteuren und Sektoren. Generell ist ›Bildung‹ in Deutschland sehr stark mit dem öffentlichen Sektor verbunden, wiewohl es auch schon seit sehr langer Zeit private Bildungsinstitutionen gibt. Im Bereich der Bildungstechnologien bilden sich neue Organisationsformen heraus: So finden sich unter den Mitgliedern von Vitako – Netzwerk der öffentlichen IT-Dienstleister in Deutschland –, die auch oftmals digitale Services für Bildungsdienstleistungen übernehmen, diverse Organisationsformen, von der GmbH über die eG bis zur Anstalt des öffentlichen Rechts.

Die Grenzen zwischen öffentlichen und privaten Dienstleistungen verschieben sich im Bereich der digitalen Bildungstechnologien, verschwimmen teilweise auch. Wie oben schon im Kontext des sozialen Unternehmertums beschrieben, entstehen neue Organisations- und Kooperationsformen mit neuen Potenzialen für praktisch relevante Innovationen wie für die Innovationsforschung und -förderung.

Was bedeutet das für die Innovationspolitik und -förderung?

- In ähnlicher Weise wie im vorigen Abschnitt diskutiert, kommen sowohl kommerzielle wie nicht-kommerzielle – hier öffentliche – Institutionen als Fördernehmer infrage. Förderbedingungen und Unterstützungsangebote müssen auf beide Zielgruppen ausgerichtet sein.
- Die Fördermaßnahmen bewegen sich im Überlappungsfeld zwischen Bildungspolitik einerseits und Technologie- und Innovationspolitik andererseits. Die politischen Zielsetzungen, Stakeholder und auch rechtlichen Rahmenbedingungen (zum Beispiel Beihilferecht) unterscheiden sich teils deutlich zwischen diesen Domänen, was in den förderpolitischen Konzepten, Bekanntmachungen und auch im Programmmanagement berücksichtigt werden muss.

5.4 Forschung und Entwicklung

Im Unterschied zu technischen Innovationen entstehen Soziale Innovationen oftmals unabhängig von der öffentlichen oder privaten Forschung, sondern eher aus sozialen Bewegungen oder der Bürgergesellschaft (ZSI 2009; Howaldt/Schwarz 2010).

Majewski Anderson et al. (2018) verweisen in diesem Zusammenhang anhand einschlägiger Daten auf eine relativ schwache Beteiligung der Hochschulen und (öffentlichen wie privaten) Forschungseinrichtungen an Sozialen Innovationen.

Digitale Bildungstechnologien stellen demgegenüber ein Feld dar, in dem sich der Forschungsbezug der Sozialen Innovationen ändern und insbesondere intensivieren könnte. Gerade in Deutschland wurde durch Forschungsförderprogramme wie »Digitale Hochschulbildung«, den Innovationswettbewerb »INVITE« (Digitale Plattform berufliche Weiterbildung) und die Forschungsförderung im Kontext der Nationalen Bildungsplattform ein erheblicher einschlägiger ›Forschungsvorlauf‹ unter maßgeblicher Beteiligung von Hochschulen und Forschungseinrichtungen erzeugt, der nun gezielt zur Verwertung in Innovationen genutzt werden kann.

Was bedeutet das für die Innovationspolitik und -förderung?

- Der bereits vorliegende Forschungsvorlauf sollte für Innovation und Unternehmensgründung genutzt werden.
- Dazu kann auf bestehende Programme, insbesondere im Bereich der Gründungsförderung, zurückgegriffen werden.
- Angesichts der besonderen Klientel im Bereich der Bildungstechnologien werden wahrscheinlich ergänzende, besondere Maßnahmen notwendig sein, um die Akteure des einschlägigen Forschungsumfelds an diese vorhandenen Programme heranzuführen bzw. darauf vorzubereiten (vergleiche auch folgenden Abschnitt).

5.5 Rolle der Sozialwissenschaften in Sozialen Innovationen analog zu den Naturwissenschaften in technischen Innovationen

Schon Zapf (1994) stellte die Frage, inwieweit die Sozialwissenschaften für Soziale Innovationen eine ähnliche Rolle spielen könnten wie die Naturwissenschaften für die technischen Innovationen – und er beantwortet diese Frage (vorsichtig) positiv. Für den hier interessierenden Kontext könnte einerseits der Begriff der Sozialwissenschaften ausgeweitet werden auf Sozial- und Humanwissenschaften, um relevante Fächer wie die Erziehungs- und Bildungswissenschaften sowie die Psychologie einzuschließen. Es können jedoch andererseits auch Fächer wie Humanmedizin und Humanbiologie als Humanwissenschaften verstanden werden, die im Kontext der hier angesprochenen Diskussion eher zu den Naturwissenschaften gezählt werden müssten.

Allerdings berichten, wie oben bereits angesprochen, Majewski Anderson et al. (2018) anhand einschlägiger Daten über eine relativ schwache Beteiligung der Hochschulen und (öffentlichen wie privaten) Forschungseinrichtungen an Sozialen Innovationen. Erfahrungen aus der Forschungs- und Innovationsförderung deuten auf eine relativ zu anderen, insbesondere natur- und ingenieurwissen-

schaftlichen Disziplinen geringere Innovations- und Gründungsneigung der Sozial-, Human- und auch Geisteswissenschaften.

Wie oben im Kontext der Forschungsnähe Sozialer Innovationen bereits angesprochen, bestehen durch die vorhandenen Forschungsvorläufe – wobei in substanziellem Umfang sozialwissenschaftliche Forschungseinrichtungen beteiligt waren – Chancen, die Rolle der Sozialwissenschaften als Quelle von Innovationen und Gründungen zu stärken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass digitale Bildungstechnologien als soziotechnische Innovationen nicht in monodisziplinären Kontexten, sondern in interdisziplinärer Kooperation zwischen Sozial- und Technikwissenschaften entstehen.

Gleichzeitig sind allerdings die entsprechenden Forschungscommunities noch eher schwach ausgeprägt. Eine sehr einschlägige wissenschaftliche Community befindet sich nicht im sozialwissenschaftlichen, sondern im natur-/technikwissenschaftlichen Umfeld: Die Fachgruppe Bildungstechnologien (ehemals E-Learning) der Gesellschaft für Informatik e. V. (https://fg-bildungstechnologien.gi.de). Eine sozialwissenschaftliche Community ist die Sektion Medienpädagogik der deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE; https://www.dgfe.de/sektionen-kommissionen-ag/sektion-12-medienpaedagogik). Eine interdisziplinäre Kooperation entwickelt sich zwischen den beiden genannten Fachorganisationen, der Deutsche Gesellschaft für Hochschuldidaktik (dghd, https://www.dghd.de) und der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW, https://www.gmw-online.de) im Bereich der Nachwuchsförderung (Junges Forum für Medien und Hochschulentwicklung, JFMH, https://fg-bildungstechnologien.gi.de/nachwuchsfoerderung/jfmh).

Was bedeutet das für die Innovationspolitik und -förderung?

- Die Forschungsförderung muss besonders auf interdisziplinäre Forschung ausgelegt sein.
- Für die wenig innovations- und gründungsaffinen sozialwissenschaftlichen Communities ist eine spezielle Ansprache und Förderung in den Bereichen der Produktentwicklung und Unternehmensgründung erforderlich, auch im Hinblick auf die Nutzung vorhandener Förderinstrumente etwa im Bereich der Unternehmensgründungen.
- Die Förderprogramme sollten so ausgelegt sein, dass sie auch die weitere Entwicklung der einschlägigen (inter-)disziplinären Fachorganisationen und Communities stimulieren.

6. Fazit

Innovationen im Kontext der digitalen Bildungstechnologien stellen sich einerseits als »typische« Soziale Innovationen dar – sie haben einen klaren Bezug zu sozialen Praktiken und sozialen Gütern und sie stehen in besonderer Weise im Bezug zu öffentlichen und privaten Dienstleistungen.

Einige Merkmale machen digitale Bildungstechnologien zu einem besonders interessanten Segment Sozialer Innovationen:

- Etliche bildungstechnologische Innovationen verknüpfen Soziale und technische Innovationen sehr eng, stellen also **soziotechnische Innovationen** dar.
- Bildungstechnologische Innovationen katalysieren neue Formen der **öffentlichen und privaten Dienstleistungen** und insbesondere der Verknüpfungen zwischen beiden.
- Bildungstechnologische Innovationen haben das Potenzial, einerseits den **Forschungsbezug der Sozialen Innovationen** und andererseits die **Innovations- und Gründungsrelevanz der Sozialwissenschaften** zu erhöhen.

Diese Aspekte sind interessant für die Praxis des Innovationsmanagements ebenso wie für die Innovationsforschung sowie für Förderung Sozialer Digitaler Innovationen durch staatliche oder gemeinnützige Institutionen.

Als besondere Chancen und Herausforderungen der digitalen Bildungstechnologien für die Innovationspolitik und -förderung wurden herausgearbeitet:

- Digitale Bildungstechnologien haben sowohl soziale wie technische Aspekte. Damit können einerseits Förderprogramme definiert werden, die sich an sozialen Zielen orientieren. Gleichzeitig können Programme aus dem Bereich der Technologieförderung für digitale Bildungstechnologien genutzt werden, etwa als dezidierte Bekanntmachungen im Rahmen von Hightech-Forschungs- und Gründungsprogrammen.
- Sowohl soziale als auch kommerzielle Unternehmen kommen als Fördernehmer in Betracht. Es können spezifische Förderinstrumente notwendig sein, die sowohl auf kommerzielle als auch soziale Unternehmensziele ausgerichtet sind, oder spezifische Wettbewerbe für jeden der beiden Zielkomplexe. Die Förderbedingungen ebenso wie die Beratungs- und Begleitungsangebote der Programme müssen auf beide Typen von Organisationen ausgerichtet sein.
- Die Fördermaßnahmen bewegen sich im Überlappungsfeld zwischen Bildungspolitik einerseits und Technologie- und Innovationspolitik andererseits. Die politischen Zielsetzungen, Stakeholder und auch rechtlichen Rahmen-

bedingungen unterscheiden sich teils deutlich zwischen diesen Domänen, was in den förderpolitischen Konzepten, Bekanntmachungen und auch im Programmmanagement berücksichtigt werden muss.

- Der bereits durch öffentliche Förderprogramme im Bereich der digitalen Bildungstechnologien vorliegende Forschungsvorlauf sollte für Innovationen und Unternehmensgründungen genutzt werden. Dazu kann auf bestehende Programme, insbesondere im Bereich der Gründungsförderung, zurückgegriffen werden. Angesichts der besonderen Klientel im Bereich der Bildungstechnologien werden wahrscheinlich ergänzende, besondere Maßnahmen notwendig sein, um die Akteure des einschlägigen Forschungsumfelds an diese vorhandenen Programme heranzuführen bzw. darauf vorzubereiten.
- Die Forschungsförderung muss besonders auf interdisziplinäre Forschung ausgerichtet sein. Die Förderprogramme sollten weiterhin so ausgelegt sein, dass sie auch die weitere Entwicklung der einschlägigen (inter-)disziplinären Fachorganisationen und Communities stimulieren.

Literatur

Brooks, H. (1982): Social and Technical Innovation. In: Lundstedt, S. B.; Colglazier, E. W. (Hrsg.): Managing Innovation: The Social Dimension of Creativity, Invention and Technology. New York, S. 1–30.

Dees, J. G. (2007): Taking Social Entrepreneurship Seriously. In: *Transaction Social Science and Modern Society* 44(3), S. 24–31.

Ebner, M.; Schön, S. (2016): Die Öffnung der Bildungsmaterialien als digitale soziale Innovation für die Wissensgesellschaft von morgen. In: Scheer, A.-W.; Wachter, C. (Hrsg.): Digitale Bildungslandschaften. IMC AG, Saarbrücken, S. 202–213.

Edwards-Schachter, M.; Wallace, M. L. (2017): ›Shaken, but not stirred‹: Sixty years of defining social innovation. In: *Technological Forecasting and Social Change* 119, S. 64–79.

Hamburg, I.; Bucksch, S. (2017): Inclusive Education and Digital Social innovation. In: *Advances in Social Sciences Research Journal* 4(5), S. 161–169.

Hennessy, S.; Jordan, K.; Wagner, D. A.; EdTech Hub team (2021): Problem Analysis and Focus of EdTech Hub's Work – Technology in Education in Low- and Middle-Income Countries. [Working Paper 7]. EdTech Hub.

Howaldt, J.; Kaletka, C.; Schröder, A.; Zirngiebl, M. (Hrsg.) (2018): Atlas of Social Innovation – New Practices for a Better Future. Sozialforschungsstelle, TU Dortmund University: Dortmund.

Howaldt, J.; Schwarz, M. (2010): Social Innovation: Concepts, Research Fields, and International Trends. International Monitoring (IMO). Dortmund: Sozialforschungssstelle Dortmund.

Jordan, K.; David, R.; Phillips, T.; Pellini, A. (2021): Education during the Covid-19 crisis: Opportunities and constraints of using EdTech in low-income countries. In: *Revista de Educación a Distancia*. Núm. 65, Vol. 21. Artíc. 2.

Kuhlmann, S.; Rip, A. (2018): Next-Generation Innovation Policy and Grand Challenges. In: *Science and Public Policy* 45(4), S. 448–454.
Majewski Anderson, M.; Domanski, D.; Howaldt, J. (2018): Social Innovation as a Chance and a Challenge for Higher Education Institutions. In: Howaldt, J.; Kaletka, C.; Schröder, A.; Zirngiebl, M. (Hrsg.) (2018): Atlas of Social Innovation – New Practices for a Better Future. Sozialforschungsstelle, TU Dortmund University: Dortmund.
Weller, M. (2018): Twenty Years of Edtech. In: *Educause Review Online* 53(4), S. 34–48.
Zapf, W. (1994): Über soziale Innovationen. In: Zapf, W.: Modernisierung, Wohlfahrtsentwicklung und Transformation: soziologische Aufsätze 1987 bis1994. Edition Sigma, Berlin, S. 23–40.
ZSI (Zentrum für soziale Innovation) (2008): Impulse für die gesellschaftliche Entwicklung. Wien: ZSI consultation paper.

Wissenschafts- und Forschungssystem im Anthropozän

Stefan Kuhlmann

Was wir heute als institutionelles System von Wissenschaft und Forschung kennen, wird in den kommenden Jahrzehnten radikale inhaltliche und organisatorische Veränderungen erfahren. Dieser Umbruch folgt interner Dynamik der Wissensproduktion, er wird aber auch durch Wirtschaft, Politik und Gesellschaft getrieben. Diese Überlegungen leiten das vorliegende Kapitel, in einem ersten Teil zunächst beobachtend, in einem zweiten dann normativ: Wissenschaft und Forschung haben die Krisen im Anthropozän mit erzeugt, sie können aber auch Problemlöser sein.

Wissenschaft ist konstitutiver Bestandteil der modernen Gesellschaft westlicher Prägung, ihres Weltverständnisses, ihrer politischen Verfasstheit und ihrer Wirtschaft. Zum Selbstbild und auch zur gesellschaftlichen Reputation moderner wissenschaftlicher Forschung gehört, dass sie durch fortwährende Such-, Falsifizierungs- und Verifizierungsarbeit vorrangig »Wahrheitsfindung« betreiben will (Popper 1934). Außerdem prägt viele Wissenschaftszweige, implizit oder explizit, die Suche nach stets effektiveren, wissenschaftlich und ingenieurtechnisch unterstützten Methoden der Erschließung der natürlichen Ressourcen des Planeten Erde zum Nutzen der Menschen. Dieser Beitrag der Wissenschaft und ihrer Akteure zur menschlichen Zivilisation begründet traditionell auch ihren Anspruch auf staatlichen Schutz und Förderung. Als exemplarisch hierfür kann das wissenschaftspolitische Plädoyer »Science – The Endless Frontier« des amerikanischen Ingenieurs und Wissenschaftsmanagers Vannevar Bush gelten (Bush 1945), das die Errichtung der »National Science Foundation« der USA begründete.

Zu den Institutionen moderner Wissenschaft und Forschung zählen wir Universitäten und Hochschulen, öffentliche Forschungsinstitute, Akademien und privatwirtschaftliche Forschungseinrichtungen. Weiterhin die Organisationen der Forschungsförderung, wie staatliche Ministerien, Förderagenturen, gemeinnützige Stiftungen sowie private Sponsoren und Investoren. Konstitutiv für das Wissenschaftssystem sind außerdem ihre Organe der Selbstverwaltung, etwa Gelehrtengesellschaften sowie akademische, meist disziplinäre Fachvereinigungen.

Wissenschaftliche Forschung und Erkenntnisgewinn verstehen wir als dynamischen Prozess, der auf verschiedenen Wissenschaftsgebieten mit unterschiedlichem Tempo und abweichender Richtung verläuft. Zum Erkenntnisgewinn gehören auch Paradigmenwechsel, die radikale inhaltliche Verschiebungen sowie erhebliche institutionelle Umwälzungen bewirken können (»scientific revolutions«, Kuhn 1970). Ein umfangreicher Austausch von Forschungsergebnissen, ein öffentlicher Wettbewerb um Theorien und Forschungsmethoden sowie Kritik und Debatten speisen diese Wissensdynamik, ob in der Form von international verbreiteten wissenschaftlichen Publikationen, Fachkonferenzen oder durch akademische Lehrtätigkeit. Moderne Wissenschaft in diesem Sinne ist ein öffentliches Gut. Denn sie ist eine Quelle von Diversität und Flexibilität (Callon 1994: 395), und diese Diversität hängt ab von der »diversity of interests and projects that are included in those collectives that reconfigure nature and society« (Callon 1994: 419).

Der moderne wissenschaftliche Blick und die Anwendung seiner Erkenntnisse haben das Verhältnis von Natur und Gesellschaft nachhaltig verändert. Im Anthropozän bedroht der dramatische, von Menschen verursachte Wandel des Erdklimas die bisherigen Lebensbedingungen auf dem Planeten (Crutzen 2006; Renn 2020; Chakrabarty 2021). Ein anderer, nachhaltiger Umgang mit den menschlich überformten physischen und sozialen Umwelten sowie mit knappen Ressourcen ist verlangt. Das kann nur durch eine tiefgreifende aktive Transformation von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik erreicht werden. Um die Dynamik der anthropozänen planetarischen Veränderungen zu verstehen und Möglichkeiten und Grenzen aktiver Transformation entschlossen angehen zu können, brauchen wir neuartiges Wissen, nachhaltige Technologie und deren breite Anwendung. Dafür muss auch das hergebrachte Wissenschaftssystem Transformationen durchlaufen, die einem »paradigm shift« gleichkommen können: Wissenschaft und Technologie als »Menschenwerk« (Rip 1978) selbst waren und sind treibende Kräfte des Anthropozäns. Künftig müssen Wissenschaftler und Ingenieure die möglichen planetarischen Wirkungen ihrer Arbeit bereits im Forschungsprozess zu antizipieren versuchen und kritisch reflektieren, um desaströse direkte und indirekte Effekte zu vermeiden, als auch um solche Effekte, wo sie bereits eingetreten sind, einzugrenzen und lösungsorientiert zum Besseren zu wenden. Doch noch ist offen, ob die in der Wissenschaft tätigen Menschen, ihre Organisationen und die Wissenschaftspolitik von diesen Anforderungen überrollt werden oder ob sie die Transformation aktiv gestalten.

Im Folgenden betrachten wir zunächst (1) den Status quo des Wissenschaftssystems und einige seiner jüngeren Wandlungen. Danach (2) kehren wir zu der drängenden Frage nach dem Umbruch des Systems zurück und fragen, was diese Wandlungen zu aktiver Transformation beitragen können.

1. Stabilität und Wandel im Wissenschaftssystem

Das moderne Wissenschaftssystem entstand in Europa seit dem 18. Jahrhundert (Shapin 1996; Stokes 1997) als Ergebnis eines langen Prozesses, in dem sich die klassischen »Artes Liberales« griechisch-römischer Prägung sowie »Künstlerhandwerker« (Zilsel 1942) als Vorläufer von Natur- und Ingenieurwissenschaften von kirchlicher Dogmatik und handwerklichem Ständewesen emanzipierten. Auch die fortgeschrittenen Wissenschaften des chinesischen Kulturkreises sowie des islamischen »Goldenen Zeitalters« haben diese Entwicklung beeinflusst (Renn 2020: 281–300). Seit dem 19. Jahrhundert begleitete die erstarkende moderne Wissenschaft das hegemoniale Streben des europäischen Kolonialismus, vor allem in der südlichen Hemisphäre, und sie bezog aus diesem Engagement entscheidende Impulse (Roberts 2009; Wulf 2015). Während die zentralen Institutionen der Wissenschaft seither beachtliche Stabilität entwickelt haben – Universitäten, Akademien, öffentlich und privat finanzierte Forschungsinstitute, außeruniversitäre Forschungsträgerorganisationen, Forschungsabteilungen von Wirtschaftsunternehmen sowie ein großes Spektrum von öffentlichen und philanthropischen Förderorganisation –, lassen sich bei näherer Betrachtung seit dem späten 20. Jahrhundert strukturelle Wandlungen beobachten, die nicht ohne Friktionen erfolgen (Simon et al. 2019). Im Folgenden betrachten wir kurz einige zentrale Aspekte dieses Wandels. Sie betreffen die *Alimentierung* von Wissenschaft und Forschung, die Art und Weise von *Forschungsprozessen*, *Erwartungen* der »Gesellschaft« an das Wissenschaftssystem, die *disziplinäre* Positionierung und das *Management* von Wissenschaft, wissenschaftliche *Berufsperspektiven*, die Kriterien der *Bewertung* wissenschaftlicher Leistungen und die Spannung zwischen Wissenschaft als *öffentlichem Gut* und als *Marktobjekt*. Die skizzierten Wandlungen nehmen künftige Transformationen des Wissenschaftssystems, wünschenswerte wie problematische, teils vorweg, teils können sie diese aber auch erschweren.

Alimentierung und Finanzierung

Systematische und organisierte wissenschaftliche Forschung im modernen Sinne benötigt eine stabile institutionelle und finanzielle Unterstützung. Die staatliche und private Unterstützung und Finanzierung ist in den vergangenen Jahrzehnten in den OECD-Ländern langsam, aber kontinuierlich gewachsen; drei Viertel der Gesamtaufwendungen stammen aus der Industrie. Ein Großteil der staatlichen Finanzierung wird für öffentliche Universitäten und Forschungsinstitute aufgewendet, relevante Mittel fließen auch in die Industrie, nicht zuletzt durch steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung (Mansfield 1986). Umgekehrt finan-

ziert die Industrie auch nennenswerte Anteile der öffentlichen Forschung (OECD 2022). Die staatliche Forschungspolitik verteilt ihre Investitionen in hohem Maße über thematisch orientierte Programme, das heißt, die Empfänger müssen bestimmte Bedingungen, Ziele und Zwecke mit ihrer Forschung erfüllen. Daneben gehört in OECD-Ländern vor allem das Streben nach »Exzellenz« und bahnbrechenden Erkenntnissen (Moore et al. 2017; Jongbloed/Lepori 2015; Cremonini et al. 2018); die Programme des 2007 errichteten European Research Council (ERC) gelten mittlerweile als Modellfall der Exzellenzförderung (Luukkonen 2014). Viele Förderprogramme verlangen Zusammenarbeit von Universitäten, öffentlichen Instituten, Industrie und gesellschaftlichen Organisationen, von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung neuer Kenntnisse (Lepori et al. 2022). Hinter diesem »Kooperations-Imperativ« steht die Annahme, dass die Kombination der jeweils verschiedenen Interessen, Perspektiven und Kenntnisse befruchtend wirkt und so robusteres, gesellschaftlich und wirtschaftlich nützliches Wissen erzielt wird, das wiederum auch erwünschte technologische und soziale Innovationen befördern und beschleunigen kann. Seit Beginn des 21. Jahrhunderts begründen Förderorganisationen und Regierungen ihre kooperativen Programme immer häufiger mit »Missionen«, die »große gesellschaftliche Herausforderungen« adressieren sollen, vor allem um »Sustainable Development Goals« (SDG) und klimaneutrale soziotechnologische Entwicklung zu erreichen (Mazzucato 2018; Kuhlmann/Rip 2019; Wanzenböck et al. 2020; Bührer et al. 2022; United Nations 2015).

Art der Forschung

Die zunehmende Zweckorientierung von Förderprogrammen korrespondiert mit veränderten kognitiven, ontologischen und organisatorischen Modalitäten der wissenschaftlichen Forschung als Prozess der Erkenntnisgewinnung: Seit dem späten 20. Jahrhundert beobachten Wissenschaftsforscher das Entstehen von »Post-normal Science« (Funtowicz/Ravetz 1993) und den Übergang zu einem »Mode 2« der Wissensproduktion: Akademische Forschung kooperiert problemorientiert mit Politik, Marktakteuren und gesellschaftlichen Gruppen in transdisziplinärer, wenig hierarchischer Weise. Dabei soll sie sich gesellschaftlicher Verantwortung und Qualitätskontrollen stellen (Gibbons et al. 1994; Nowotny et al. 2003). »Strategic Science« soll sowohl wirtschaftlich wie gesellschaftlich nützliches Wissen schaffen und global wettbewerbsfähig sein (Rip 2002). Universitäten, Wirtschaft und Politik programmieren Forschung in »Triple Helix«-Kooperationen (Etzkowitz/Leydesdorff 2000; Etzkowitz/Zhou 2019: 360), mittlerweile unter Einbindung zivilgesellschaftlicher Akteure auch als »Quadruple Helix« und mit Fokus auf natürliche Ressourcen als »Quintuple Helix« (Carayannis/Campbell

2012). Seit der Jahrhundertwende versuchen Forschungseinrichtungen und Förderprogramme, die Zivilgesellschaft und Bürger durch »Citizen Science« aktiv in Forschungsprozesse einzubeziehen, auch um den sozialen und ökologischen Nutzen von Forschungsprojekten zu stärken (Irwin 1995; Vohland et al. 2021).

Vor dem Hintergrund der Spannungen zwischen marktwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Interessen haben Wissenschaftsorganisationen in den vergangenen Jahrzehnten verschiedene Versuche unternommen, die Verantwortlichkeit für die sozialen, ethischen, wirtschaftlichen und ökologischen Effekte von Forschung und technologischen Innovationen auf die Organisation von Forschungs- und Innovationssystemen auszudehnen, also über individuelle (zum Beispiel von Wissenschaftler*innen und Ingenieur*innen) und organisatorische Rechenschaft (zum Beispiel Corporate Social Responsibility) hinaus. Ein ganzes Spektrum von Prinzipien und Methoden von »Responsible Research and Innovation (RRI)« wurde entwickelt und den Akteuren des Wissenschaftssystems als Verhaltenskodex anempfohlen (Rip 2014; von Schomberg/Hankins 2019; Owen et al. 2021; Kuhlmann et al. 2016), nicht zuletzt durch die Europäische Kommission (Gerber et al. 2020).

Parallel zu diesem strukturellen Wandel verändert sich die Praxis wissenschaftlicher Forschung auf vielen Gebieten auch in ontologischer Hinsicht: Materialforschung, Lebenswissenschaften oder Informatik, zum Beispiel, folgen immer häufiger neuartigen, computerbasierten induktiven Suchprozessen: weniger von Theorien oder Thesen getrieben, eher suchend nach funktionalen Mustern in großen Pools von Beobachtungsdaten (»New Search Regimes«, Bonaccorsi 2008).

Wissenstransfer, Wissenschaftskommunikation und »Impact«

Das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft hat sich in den vergangenen Jahrzehnten gewandelt. Die Nachfrage von Wirtschaft und Gesellschaft nach wissenschaftsbasierten Innovationen ist gewachsen, zugleich wird die Vertrauenswürdigkeit von Wissenschaft und die Legitimität ihrer staatlichen Finanzierung von Teilen der Gesellschaft infrage gestellt (Simon et al. 2019 1; Callon 1999; Irwin/Wynne 1996). Das hat unter anderem die erwähnten RRI-Maßnahmen der Forschungsförderung ausgelöst. Außerdem ist die Erwartung gewachsen, dass Wissenschaft – während ihre Fragen und Wissensbestände ständig komplexer und Fachgebiete immer spezialisierter werden – ihre Ergebnisse und Erkenntnisse verständlich kommuniziert (Millar/Wynne 1988; Irwin 2021) und dass sie ihre Wirkung und ihren Nutzen überzeugend nachweist (»Impact«, Martin 2011; Bornmann 2013; Khazragui/Hudson 2015). Was als »gute Wissenschaft« in diesem

Sinne gelten kann, handeln Forscher und öffentliche Forschungsförderer immer wieder aufs Neue aus.[1]

Interdisziplinarität

Seit dem späten 20. Jahrhundert forcieren problemorientierte Fragestellungen vermehrt Versuche zur Überwindung etablierter Grenzen von Disziplinen. Kooperative Forschungsprogramme, die Arbeit an hybriden Forschungsthemen oder die Anwendung spezifischer disziplinärer Methoden in anderen Disziplinen machte »Interdisziplinarität« zu einem zentralen Charakteristikum vieler großer Forschungsorganisationen und -programme (Klein 1990: 11). Während interdisziplinäres Forschen Synergien zwischen Disziplinen mobilisieren will, versucht »Multidisziplinarität«, durch Kombination verschiedener Ansätze Gewinne zu erzielen, und »Transdisziplinarität« will disziplinäre Ontologien hinter sich lassen (Klein 2017) und auch nicht-wissenschaftliche Stakeholder in die Wissensproduktion einbeziehen (Gibbons/Nowotny 2001).

Management

Die Veränderungen wissenschaftlicher Forschungspraktiken korrespondieren mit einem Wandel der Organisation und des Managements von Forschung. In vielen Ländern werden öffentliche Einrichtungen der Wissenschaft, vor allem Universitäten, zusehends wie private Unternehmen bewirtschaftet (»Academic Capitalism«, Slaughter/Leslie 1997; »Entrepreneurial University«, Etzkowitz 2003) und den Regeln des »New Public Management« unterworfen (zum Beispiel de Boer et al. 2007). Während öffentliche Wissenschaftseinrichtungen bis in die 1990er Jahre häufig wie staatliche Behörden geführt wurden, beschränkt sich hoheitliche Steuerung heute vielerorts auf die Verhandlung und Überwachung von akademischen und finanziellen »Key Performance Indicators«, deren Einhaltung staatlich sanktioniert wird, vor allem finanziell. Dabei bleibt die Wahl der Mittel zur Erreichung strategisch gesetzter Ziele den Universitäten weitgehend selbst überlassen (zum Beispiel van Vught 1989 für den Fall der Niederlande). Solche ziel- und leistungsorientierte Finanzierung von Forschung verlangt eine systematische Bewertung der erreichten Ziele und Leistungen, auch zur Legitimation gegenüber Öffentlichkeit und Politik.

---

1 »[…] the criteria for ›good science‹ with respect to climate-related research, are now being determined not solely from within science itself; they are instead emerging through a process of ›mutual construction‹ with government policy institutions« (Shackley & Wynne 1995).

Seit den 1980er Jahren entwickelte sich deshalb eine immer weiter ausdifferenzierte Praxis der Evaluation der Leistungen und Effekte von Förderprogrammen, Projekten und Individuen (Daniel 1989; Kuhlmann 1998; Edler et al. 2016; Bührer et al. 2023).

Wissenschaft als Beruf

Mit dem Wachstum des Wissenschaftssystems hat auch die Zahl der dort tätigen Menschen zugenommen (OECD 2022). Immer mehr Forscher*innen sind international mobil, was zumeist als produktiv und (teilweise) als karrierefördernd bewertet wird (Franzoni et al. 2012; Børing et al. 2015). Die Entwicklung individueller Karrieren hängt zusehends von der Erfüllung formalisierter, messbarer Leistungskriterien ab. Vor allem erfolgreiches Publizieren in internationalen Fachzeitschriften und die Akquisition von Drittmitteln für die Forschung gelten als zentrale Kriterien für die Karriereentwicklung (Schimanski/Alperin 2018; Wouters 2019). Wissenschaftler*innen an Universitäten erfahren das Verhältnis der Belastungen durch Lehrtätigkeiten einerseits und Forschungsaufgaben andererseits häufig als spannungsreich. Zwar wird auch Lehrtätigkeit evaluiert, doch Publikationserfolge entscheiden letztlich über den Karrierefortschritt (Laudel/Gläser 2008). Dabei bleiben Umfang und Bedingungen der Festanstellung von wissenschaftlichem Personal in öffentlichen Wissenschaftseinrichtungen national verschieden und sind dort häufig auch umstritten und umkämpft (Musselin 2005).

Leistungsmessung

Die Professionalisierung des Wissenschaftsbetriebs geht einher mit sehr elaborierten qualitativen, quantitativen und computergestützten Methoden und Verfahren der Messung und des Rankings wissenschaftlicher Leistung, sowohl auf individuellem wie auf institutionellem Niveau (Wouters 2019; Mingers/Leydesdorff 2015; Callon et al. 1986; Garfield/Merton 1979). In der Folge von forcierter Rechenschaftspflicht und Transparenz in der Governance der Wissenschaft gewinnen internationale Universitätsrankings an Bedeutung (Hammarfelt et al. 2017) und werden gern von Medien, Politik und Wissenschaftsmanagement verwendet. Nach Hazelkorn (2011: 6–9) lassen sich vier »Treiber« von Rankings identifizieren: ein Verständnis von Wissenschaft als Grundlage wirtschaftlicher, sozialer und politischer Macht; zunehmender demografischer Druck in vielen Ländern; Hochschulbildung als wesentlicher Beitrag zu nationaler Wettbewerbsfähigkeit sowie umworbene Studierende als »savvy consumers«. Seit den 2010er Jahren

formierten sich aber auch einflussreiche Gegenbewegungen. Sie kritisieren die zentrale Rolle formalisierter quantitativer Leistungsbewertung im Wissenschaftssystem (»Metric Tide«, Wilsdon 2016). Die »San Francisco Declaration on Research Assessment« (DORA) fordert die Beendigung der Verwendung des »Hirsch-Indexes« zur Bewertung der Forschungsleistungen (American Society for Cell Biology 2012); das »Leiden Manifesto« (Hicks et al. 2015) schlägt zehn Prinzipien für eine verantwortungsbewusste Verwendung quantitativer Leistungsmessung vor. In den Niederlanden, zum Beispiel, hat diese kritische Diskussion zu einer Umorientierung von Qualitäts- und Karrierekriterien geführt; die führenden Wissenschaftsorganisationen des Landes verpflichteten sich 2019, Karrierewege künftig zu diversifizieren, dabei sowohl individuelle als auch Teamleistungen anzuerkennen und qualitative Kriterien mehr als quantitative (zum Beispiel Anzahl der Publikationen) anzuwenden (VSNU et al. 2019). Entsprechende Ambitionen werden mittlerweile auch von führenden europäischen Forschungsorganisationen verfolgt (Coalition for Advancing Research Assessment, CoARA).

Wissenschaft als öffentliches Gut oder marktliche Ware

Die verbreitete Verwendung von quantitativen Publikationsindikatoren als Leistungsindikator der Wissenschaft, in Verbindung mit der beschleunigten digitalen Verbreitung wissenschaftlicher Publikationen (vor allem von Zeitschriften), geht Hand in Hand mit einer Internationalisierung und Kommerzialisierung des Marktes für wissenschaftliche Daten und Publikationen (Thackray 1998; Jacob 2009; Radder 2010). Zusehends dominieren globale Akteure diesen Weltmarkt: 2013 publizierten die vier größten Wissenschaftsverlage (Reed-Elsevier, Wiley-Blackwell, Springer, Taylor & Francis) mehr als 50 Prozent aller veröffentlichten Artikel (Larivière et al. 2015). Das Oligopol dieser Verlagshäuser ist inzwischen so stark, dass Unternehmen wie Elsevier nicht mehr vorrangig am (äußerst lukrativen) Publikationsgeschäft interessiert sind, sondern zunehmend die Sammlung von Daten aus wissenschaftlicher Forschung betreiben, die in öffentlichen, steuerfinanzierten Instituten und Projekten gewonnen wurden. Sie werten die aggregierten Daten mit Big-Data-basierten Verfahren aus und bieten sie der Forschung und Wissenschaftsorganisationen teils gratis, teils als käufliche Dienstleistung an. Typische Produkte sind Übersichten und Analysen zum weltweiten Stand des Wissens und laufender Forschungsaktivitäten als strategisches Planungsmittel für Forschungsorganisationen (zum Beispiel das von Elsevier entwickelte Tool SciVal; Dresbeck 2015). Damit korrespondiert das Interesse der Verlagshäuser spannungsreich mit dem wachsenden Bestreben von Forscher*innen, Wissenschaftspolitik und Wissenschaftsorganisationen Forschungsergebnisse für jedermann weltweit frei

zugänglich zu machen (»Open Science«, »Open Access«) (Bezuidenhout et al. 2017). Die britische Royal Society (Boulton et al. 2012), die europäische Kommission (Mendez et al. 2020), französische, niederländische (Rathenau Instituut 2021), deutsche (Projekt DEAL) und weitere wissenschaftspolitische staatliche Instanzen setzen sich inzwischen aktiv für einen offenen Zugang zu wissenschaftlichen Publikationen ein, ohne »pay wall«.

Die wissenschaftspolitische Diskussion um den mehr oder weniger freien Zugang zu den Ergebnissen öffentlicher Forschung verdeckt gelegentlich den Blick auf das wachsende Feld von Forschungsaktivitäten außerhalb der »Academia«, betrieben von machtvollen privatwirtschaftlichen Akteuren. Eigenständige, mehr oder weniger wissenschaftlich orientierte Forschung und Entwicklung in Industrieunternehmen hat eine lange Tradition (Hamberg 1963; Häusler 1989), etwa in der Chemie und in der pharmazeutischen Industrie. Sie spielt eine Schlüsselrolle im Innovationssystem (Guellec/Van Pottelsberghe De La Potterie 2003). Doch seit dem Aufstieg der internetbasierten »Tech Giants« wie Alphabet (Google), Amazon, Apple, Meta (Facebook) und Microsoft unterhalten diese mittlerweile deutlich größere eigene Forschungs- und Entwicklungskapazitäten als die traditionellen Industrien (Bajpai 2021). Mit ihren Super-Rechenzentren, Daten-Plattformen und Big-Data-Computing-Verfahren kontrollieren die Tech Giants nicht allein Kund*innen und Märkte, sondern sie schaffen datenbasierte, ökonomisch und politisch handlungsrelevante Wissensbestände, die dem öffentlichen Wissenschaftssystem nicht ohne Weiteres zugänglich sind (Mayer-Schönberger/Cukier 2013; Zuboff 2015; Van Dijck et al. 2018; Rikap/Lundvall 2021). Transparente Such-, Falsifizierungs- und Verifizierungsprozesse der modernen Wissenschaft (Popper 1934) drohen, dadurch unterlaufen zu werden. Solche Wissensproduktion schafft keine öffentlichen, sondern private Güter.

2. Wissenschaftssystem im Umbruch

Das institutionelle System von Wissenschaft und Forschung ist also seit Jahrzehnten in Bewegung. Die Alimentierung von Wissenschaft und Forschung, öffentlich und privat, erfolgt inzwischen über ein großes Spektrum von Kanälen und Formaten, von der Förderung einzelner Forschender bis zur Unterstützung großer interdisziplinärer Konsortien von Partner*innen aus Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft. Forschungsprozesse reichen vom akademischen Elfenbeinturm über Laboratorien bis weit in Wirtschaft und Gesellschaft hinein. Disziplinäre Abgrenzungen verschwimmen, innovative transdisziplinäre Epistemologien entstehen, die ihrerseits Trends setzen: neue »invisible colleges« entstehen (Wagner 2009). Die Berufsperspektiven von Menschen in der Wissenschaft und die Bewer-

tung wissenschaftlicher Leistungen stehen unter wachsendem Konkurrenzdruck, lokal und international. Das spiegelt sich im Management der Forschungsorganisationen. Professionelle Standards entstehen, erhalten zentralen Stellenwert und folgen teils bizarrer Eigendynamik. Zugleich wachsen die Erwartungen der »Gesellschaft« an das Wissenschaftssystem; doch diese Erwartungen sind häufig widersprüchlich. Letztlich wächst die Spannung zwischen Wissenschaft als öffentlichem Gut und als Marktobjekt.

Dies alles geschieht im Anthropozän, also im Schatten einer sich stets schärfer abzeichnenden Krise der menschlichen Zivilisation auf dem Planeten Erde, zu der moderne Wissensproduktion selbst entscheidend beigetragen hat, die zu bewältigen sie aber auch Mittel besitzt. Die skizzierten Wandlungen weisen auf solche möglichen Mittel, können also wünschenswerte Transformationen des Wissenschaftssystems unterstützen, sie können sie aber auch erschweren.

Kritisches Selbstverständnis von Wissensproduzenten gefordert

Das Ethos moderner »öffentlicher« Wissenschaft war und ist bis heute, explizit oder implizit, geprägt von dem Anspruch, ihre Wahrheitssuche von den Imperativen des Universalismus, der Kooperation, der Uneigennützigkeit sowie des systematischen Skeptizismus leiten zu lassen (CUDOS, Merton 1973). Doch dieses heroische Selbstverständnis wurde von der Wissenschaftssoziologie bereits vor Jahrzehnten hinterfragt und relativiert: Die Sichtweisen, Methoden und Praktiken der Wissenschaften sind von den Weltsichten der Gesellschaft, in der sie verwendet werden, ebenso geprägt, wie sie diese ihrerseits nachhaltig verändern (zum Beispiel Stokes 1979: 30 ff.; Knorr-Cetina 1981; Latour 1987). Wissensbedarfe und -bestände der Forschung, Erwartungen und Prioritäten von Gesellschaft und Politik sowie Fähigkeiten und Wirkungen industrieller Unternehmungen entwickeln sich koevolutionär, sie beeinflussen einander gegenseitig. So besehen, muss Wissenschaft als konstitutiver Faktor, ja als zentraler Antrieb des Anthropozäns und seiner dilemmatischen Effekte begriffen werden (Crutzen 2006; Renn 2020). Weite Bereiche des modernen Wissenschaftssystems richten sich, wie gesagt, vor allem auf eine effektive, wissenschaftlich und ingenieurtechnisch begründete Ausbeutung der natürlichen Ressourcen des Planeten Erde. »Science is a Golem«, so haben Collins und Pinch (1993) es plastisch formuliert, also eine von Menschen erschaffene Kreatur, die sich verselbstständigt und den weiteren Verlauf der Koevolution prägt. Zweifel und Kritik an einer immer sophistizierteren Nutzung endlicher Ressourcen wurden schon früh geäußert (Carson 1962; »Club of Rome«, Meadows et al. 1972), doch erst seit Beginn des 21. Jahrhunderts, im Zusammenhang mit der wachsenden Bedrohung durch den globalen Klimawandel, wird diese Kritik

ernster genommen, etwa durch das »Intergovernmental Panel on Climate Change«, IPCC; ebenso in neueren Stellungnahmen des »Club of Rome« (Dixson-Declève et al. 2022). Das Paradigma der wissensbasierten, stets weiter optimierbaren Ausbeutung des Planeten Erde ist ins Wanken geraten (Chakrabarty 2021). Wissenschaftliche Entwicklung erscheint inzwischen als »mighty, forward-striding golem whose pace establishes, for good or evil, the rythm of modern industrial and post-industrial societies« (Renn 2020: 16). Der wissenschaftlich-technische Fortschritt wird zum Opfer seiner eigenen Selbstreferenzialität (Renn 2020: 19).

Angesichts der Dilemmata des Anthropozäns verlangt ein transformatives Wissenschaftssystem mittlerweile eine planetarische Perspektive, die von einem kritischen Verständnis der Begrenztheit der für das Überleben der Spezies Mensch erforderlichen Ressourcen gerahmt wird (Chakrabarty 2021). Der Klimawandel und künftige nachhaltige Entwicklungen im Sinne der Sustainable Development Goals (SDG) der Vereinten Nationen sind planetarisch-dynamische Prozesse mit offenem Ausgang. Auch der globale Süden, von vielen wissenschaftlich-technischen Projekten häufig allein als Ressource und Objekt extraktiver Anstrengungen gesehen (Gudynas 2009; Burchardt/Dietz 2014), ist Teil der planetarischen Dynamik; die Wissensproduktion des Südens muss daher umfassend und interaktiv beteiligt werden (Kuhlmann/Ordóñez-Matamoros 2017). Prekäre Verschiebungen der geopolitischen Ausgangsbedingungen verkomplizieren die Lage (Latour 2014): Kritische wissenschaftlich-technische Abhängigkeiten von politisch-ökonomisch problematischen globalen Akteuren müssen abgebaut werden, ohne den kreativen, problemorientierten Austausch zu vernachlässigen. Hier gewinnt das Konzept einer »Science Diplomacy« an Bedeutung (Ruffini 2017), also das Bauen von Brücken über Konfliktgräben durch Orientierung an wissenschaftlichen Fragen zur Bewältigung gemeinsam wahrgenommener Problemlagen (Aukes et al. 2021; Rungius/Flink 2020).

Entscheidend wird es dabei sein, die bisherigen und künftigen evolutionären Feedback-Schleifen des wissenschaftlichen und technologischen »Fortschritts« besser zu verstehen (Renn 2020): Wissenschaft erklärt die Welt nicht nur, durch ihren Blick und Zugriff gestaltet sie diese auch – und schließt andere künftige Pfade potenziell aus, ontologisch und physisch. Die Komplexität der Interaktion von Wissenschaft, Technik, Gesellschaft und natürlichen Ressourcen darf dabei nicht als Hindernis, sondern muss als unvermeidlicher Ausgangspunkt aller Anstrengungen der Wissensproduktion betrachtet werden. Den Umstand, dass die künftig möglichen, alternativen Entwicklungspfade kaum präzise zu antizipieren sind, sollten Wissenschaft und Politik akzeptieren und beherzt aufgreifen: Bei der künftigen Produktion von neuartigem Wissen und nachhaltigen Technologien im transformierten Wissenschaftssystem werden Nutzen- und Wirkungseffekte nicht nur retrospektiv nachzuweisen sein – so die heute überwiegende Praxis. Die

Akteur*innen sollten wünschbare Zukunftsentwicklungen deutlich benennen und sie auf diese Weise debattierbar machen.[2]

Die in den vergangenen Jahrzehnten erfolgten Öffnungen des akademischen Wissenschaftssystems zur Wirtschaft, Gesellschaft und Politik, in Verbindung mit Screening-artigen, experimentellen wissenschaftlichen Suchprozessen, können sich dabei als wichtige Verstärker der künftigen Transformation erweisen. Die bereits heute praktizierten Modi von Transdisziplinarität können angesichts der Komplexität künftiger Wissensproduktion im Transformationskontext produktive Rollen spielen.

Entsprechende Wissensproduktion braucht Raum für Experimente, auch sozio-technologische und ökonomische. Die Integration von Forschen, Experimentieren und Lernen wird zur Daueraufgabe: transdisziplinär und transsektoral organisiert (Klein 2021: xv). Transdisziplinäres Forschen, Experimentieren und Lernen ist komplex, dynamisch und wirkungsorientiert. Es integriert Wissen und Perspektiven von Akademiker*innen, Fachleuten und Nicht-Akademiker*innen mit unterschiedlichen epistemischen Grundlagen (Polk 2015). Darüber hinaus hängt das integrierte Wissen stark von der spezifischen Herausforderung und dem Stakeholder-Kontext ab, was »on-the-spot tinkering and bricolage« verlangt (Visscher et al. 2018). Kreative, explorative Herangehensweisen sind gefragt und müssen institutionell akzeptiert und gefördert werden.

Künftige Governance des Wissenschaftssystems

Mit den veränderten Rollen und Arbeitsweisen von Wissenschaft und Forschung in der planetaren Gesellschaft müssen auch Umfang und Richtung von Investitionen sowie ihre Governance neu gedacht und organisiert werden (Kuhlmann/Rip 2019; Beck/Mahony 2018).

Umfassende Bildung breiter Schichten der Bevölkerung und auf allen Qualifizierungsstufen muss als unverzichtbarer »Rohstoff« des Wissenschafts- und Innovationssystems begriffen und als öffentliche Aufgabe stabilisiert werden.

Das künftige System wird Wissensproduktion als öffentliches Gut noch dringender benötigen als bisher schon, als Quelle von Diversität und um auch weniger finanzkräftigen Akteuren im globalen Forschungs- und Innovationsprozess Zugang zu ermöglichen. Wissensproduktion wird daher weiterhin umfangreiche Alimentierung aus öffentlichen, zumeist staatlichen Quellen benötigen.

2 »The future's worst enemies […] include those who insist on neutralizing its open and unpredictable nature at all costs. […] It is a question of rethinking the future as a place of liberty, a hypothesis, or a promise, not as a decisive reality.« (Innerarity 2012: 5)

Entsprechende Förderpolitik wird ein breites Portfolio von Instrumenten verwenden – von individueller Exzellenzförderung bis zu umfangreichen Missionen mit heterogenen Akteuren. Dabei wird sich nicht nur die Forschung, sondern auch die Förderpolitik von einer planetarischen Perspektive leiten lassen müssen, im Bewusstsein der performativen, teils irreversiblen Rückkoppelungsschleifen der Wissensproduktion. Die in den vergangenen Jahrzehnten gewonnene, oben skizzierte Kooperationserfahrung der beteiligten Akteure, auch über die Grenzen des Wissenschaftssystems hinaus, kann von großem Nutzen bei der Transformation sein.

Die in den vergangenen Jahrzehnten entwickelte »unternehmerische« Erfahrung öffentlicher Forschungseinrichtungen kann im Transformationskontext von großem Nutzen sein, sofern sie auf problemorientierte Innovationserfolge gerichtet wird. Die heute etablierten Verfahren der Bewertung und Evaluation von Forschungsergebnissen sind entsprechend weiterzuentwickeln.

Erforderlich sind außerdem attraktive und zugleich realistische Berufsbilder, Karrierewege, Anreizmechanismen und administrative Routinen, um kreative Menschen zu gewinnen und zu halten. Im künftigen transformierten Wissenschaftssystem werden diversifizierte Kriterien und Verfahren der Beurteilung kreativer Leistungen von Forschenden und Projektgruppen eine wichtige Rolle spielen.

Allerdings sind die hergebrachten Institutionen des Wissenschaftssystems für solche Anforderungen nicht gut vorbereitet. Universitäten, andere öffentliche Forschungs- und Bildungseinrichtungen, aber auch privatwirtschaftliche Unternehmen reagieren tendenziell schwerfällig. Eine kritische Aufgabe der Governance von Wissenschaft ist daher die Förderung von organisatorischem »Entlernen« und neu lernen; entsprechende Fähigkeiten müssen gefördert, individuell und institutionell, und notwendige Infrastrukturen aufgebaut werden (Edler et al. 2023). Die organisierte Wissensproduktion verlangt künftig organisierte und methodisch geschulte Reflexivität ihrer Träger.

Die Big-Data-basierte Wissensproduktion der privatwirtschaftlichen Tech Giants wird sich gezielter Regulation und konsequenter Evaluation nicht dauerhaft entziehen können. Hier können nationale Regierungen und vor allem transnationale politische Körperschaften wie die Europäische Union Maßstäbe setzen. Gezielt erzeugtes Big-Data-Wissen, ob durch Tech Giants oder öffentliche Einrichtungen, kann sogar wesentlich zur Identifikation und Erprobung gesellschaftlich und politisch gewünschter Problemlösungen und Innovationen beitragen.

Dabei sollten wir nicht vergessen, dass diese Aufgaben künftiger Governance des transformativen Wissenschaftssystems im Anthropozän in einem prekären politischen Umfeld zu leisten sind: Selbst in demokratisch-rechtstaatlich verfassten Ländern versuchen populistische, antiwissenschaftliche Kräfte, die Legitimität öffentlich geförderter Wissensproduktion zu untergraben. Umso mehr werden die

Produzenten und Institutionen dieses Wissens sich den notwendigen gesellschaftlichen Debatten stellen müssen.

Literatur

American Society for Cell Biology. (2012): San Francisco declaration on research assessment (DORA). Online verfügbar unter https://sfdora.org/, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Aukes, E.; Wilsdon, J.; Ordóñez-Matamoros, G.; Kuhlmann, S. (2021): Global resilience through knowledge-based cooperation: A New Protocol for Science Diplomacy. In: *F1000Research* 10(827), S. 827.

Bajpai, P. (2021): Which Companies Spend the Most in Research and Development (R&D), *Nasdaq*. Online verfügbar unter https://www.nasdaq.com/articles/which-companies-spend-the-most-in-research-and-development-rd-2021-06-21, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Beck, S.; Mahony, M. (2018): The politics of anticipation: the IPCC and the negative emissions technologies experience. In: *Global Sustainability*, S. 1.

Bezuidenhout, L. M.; Leonelli, S.; Kelly, A. H.; Rappert, B. (2017): Beyond the digital divide: Towards a situated approach to open data. In: *Science and Public Policy*.

Bonaccorsi, A. (2008): Search regimes and the industrial dynamics of science. In: *Minerva* 46(3), S. 285–315.

Børing, P.; Flanagan, K.; Gagliardi, D.; Kaloudis, A.; Karakasidou, A. (2015): International mobility: Findings from a survey of researchers in the EU. In: *Science and Public Policy* 42(6), S. 811–826.

Bornmann, L. (2013): What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. In: *Journal of the American Society for information science and technology* 64(2), S. 217–233.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, K. M.; Wessels, J. (2023): Transformative und agile Innovationssysteme: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik.

Boulton, G.; Campbell, P.; Collins, B.; Elias, P.; Hall, W.; Laurie, G.; Walport, M. (2012): Science as an open enterprise. In: *The Royal Society*. London.

Bührer, S.; Seus, S.; Walz, R. (2022): Potentials and limitations of programme-based research funding for the transformation of research systems. In: Lepori, B.; Jongbloed, B.; Hicks, D. (Hrsg.): Handbook of Public Research Funding. Edward Elgar.

Bührer, Susanne; Edler, Jakob; Kuhlmann, Stefan; Seus, Sarah (2024): Evaluating public research and innovation policies. A short history of co-evolution. In: Jakob Edler und Rainer Walz (Hg.): Innovation and sustainability research in transition. Research questions and trends over the last 50 years (in press). Heidelberg: Springer.

Bush, V. (1945): Science, the endless frontier: a report to the President on a program for postwar scientific research. In: *Transactions of the Kansas Academy of Science* 48(3), S. 231–264.

Callon, M. (1994): Is science a public good? Fifth Mullins Lecture, Virginia Polytechnic Institute, 23 march 1993. In: *Science, Technology, & Human Values* 19(4), S. 395–424.

Callon, M. (1999): The role of lay people in the production and dissemination of scientific knowledge. In: *Science, Technology and Society* 4(1), S. 81–94.

Callon, M.; Law, J.; Rip, A. (1986): Qualitative scientometrics. In: *Mapping the dynamics of science and technology*, S. 103–123. London: Palgrave Macmillan.

Carayannis, E. G.; Campbell, D. F. (2012): Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. In: Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. New York, NY: Springer.

Carson, R. (1962): Silent spring. Boston 1962.

Chakrabarty, D. (2021): The climate of history in a planetary age. Chicago: University of Chicago Press.

Collins, H.; Pinch, T. (1993): The Golem. What everybody should know about science. Cambridge: Cambridge University Press.

Cremonini, L.; Horlings, E.; Hessels, L. K. (2018): Different recipes for the same dish: Comparing policies for scientific excellence across different countries. In: *Science and Public Policy* 45(2), S. 232–245.

Crutzen, P. J. (2006): The »anthropocene«. In: Earth system science in the Anthropocene, S. 13–18. Berlin, Heidelberg: Springer.

Daniel, H.-D. (1989): Ansätze zur Messung und Beurteilung des Leistungsstandes von Forschung und Technologie. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* (3), S. 223–231.

De Boer, H.; Enders, J.; Schimank, U. (2007): On the way towards new public management? The governance of university systems in England, the Netherlands, Austria, and Germany. In: Jansen, D. (Hrsg.): New forms of governance in research organizations, S. 137–152. Dordrecht: Springer.

Dixson-Declève, S.; Gaffney, O.; Ghosh, J.; Rockström, J.; Stoknes, P. E.; Randers, J. (2022): Earth for All: A Survival Guide for Humanity. Club of Rome. New Society Publishers.

Dresbeck, R. (2015): SciVal. In: *Journal of the Medical Library Association: JMLA* 103(3), S. 164.

Edler, J.; Cunningham, P.; Gök, A. (Hrsg.) (2016): Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Edler, J.; Kuhlmann, S.; Helfrich, F. (2022): Fostering Transformation – A Governance Frame for Large Private and Public Organisations as Critical Actors in Transformations. Submitted to ›Environmental Innovation and Societal Transitions‹ (under review).

Etzkowitz, H. (2003): Research groups as ›quasi-firms‹: the invention of the entrepreneurial university. In: *Research policy* 32(1), S. 109–121.

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (2000): The dynamics of innovation: from National Systems and ›Mode 2‹ to a Triple Helix of university–industry–government relations. In: *Research policy* 29(2), S. 109–123.

Etzkowitz, H.; Zhou, A. (2019): Triple Helix: a universal innovation model? In: Simon, D.; Kuhlmann, S.; Stamm, J.; Canzler, W. (Hrsg.): Handbook on Science and Public Policy, S. 357–375. Edward Elgar Publishing.

Franzoni, C.; Scellato, G.; Stephan, P. (2012): Patterns of international mobility of researchers: evidence from the GlobSci survey. In: *International Schumpeter Society Conference* 14, S. 2–5.

Garfield, E.; Merton, R. K. (1979): Citation indexing: Its theory and application in science, technology, and humanities, Bd. 8. New York: Wiley.

Gerber, A.; Forsberg, E. M.; Shelley-Egan, C.; Arias, R.; Daimer, S.; Dalton, G.; Steinhaus, N. (2020): Joint declaration on mainstreaming RRI across Horizon Europe. In: *Journal of Responsible Innovation* 7(3), S. 708–711.

Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P.; Trow, M. (1994): The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies. London: Sage.

Gibbons, M.; Nowotny, H. (2001): The potential of transdisciplinarity. In: Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society: An Effective Way for Managing Complexity, S. 67–80.

Gudynas, E. (2009): Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. In: *Extractivismo, política y sociedad* 187, S. 187–225.

Guellec, D.; Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (2003): The impact of public R&D expenditure on business R&D. In: *Economics of innovation and new technology* 12(3), S. 225–243.

Häusler, J. (1989): Industrieforschung in der Forschungslandschaft der Bundesrepublik: Ein Datenbericht. *MPIfG Discussion Paper* 89/1.

Hamberg, D. (1963): Invention in the industrial research laboratory. In: *Journal of Political Economy* 71(2), S. 95–115.

Hammarfelt, B.; De Rijcke, S.; Wouters, P. (2017): From eminent men to excellent universities: University rankings as calculative devices. In: *Minerva* 55(4), S. 391–411.

Hazelkorn, E. (2011): Rankings and the reshaping of higher education: The battle for world-class excellence. New York: Palgrave Macmillan.

Hicks, D.; Wouters, P.; Waltman, L.; De Rijcke, S.; Rafols, I. (2015): Bibliometrics: the Leiden Manifesto for research metrics. In: *Nature* 520(7548), S. 429–431.

Irwin, A. (1995): Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development. Routledge.

Irwin, A. (2021): Risk, science and public communication: Third-order thinking about scientific culture. In: Routledge handbook of public communication of science and technology, S. 147–162. Routledge.

Irwin, A.; Wynne, B. (Hrsg.) (1996): Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511563737.

Jacob, M. (2009): On commodification and the governance of academic research. In: *Minerva* 47(4), S. 391–405.

Jongbloed, B.; Lepori, B. (2015): The funding of research in higher education: Mixed models and mixed results. In: The Palgrave international handbook of higher education policy and governance, S. 439–462. London: Palgrave Macmillan.

Khazragui, H.; Hudson, J. (2015): Measuring the benefits of university research: impact and the REF in the UK. In: *Research evaluation* 24(1), S. 51–62.

Klein, J. T. (1990): Interdisciplinarity: History, theory, and practice. Wayne State University Press.

Klein, J. T. (2017): Typologies of interdisciplinarity. In: *The Oxford handbook of interdisciplinarity* 2, S. 21–34.

Klein, J. T. (2021): Beyond interdisciplinarity: Boundary work, communication, and collaboration. Oxford: Oxford University Press.

Knorr-Cetina, K. D. (1981): The manufacture of knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science. Pergamon.

Kuhlmann, S. (1998): Politikmoderation: Evaluationsverfahren in der Forschungs-und Technologiepolitik. Nomos Verlag.

Kuhlmann, S.; Edler, J.; Matamoros, H. G. O.; Randles, S.; Walhout, B.; Gough, C.; Lindner, R. (2016): Responsibility navigator. In: Navigating Towards Shared Responsibility in Research and Innovation. Approach, Process and Results of the Res-AGorA Project, S. 135–160. ResAGorA.

Kuhlmann, S.; Ordóñez-Matamoros, G. (Hrsg.) (2017): Research handbook on innovation governance for emerging economies: Towards better models. Edward Elgar Publishing.

Kuhlmann, S.; Rip, A. (2019): Next generation science policy and Grand Challenges. In: Canzler, W.; Simon, D.; Kuhlmann, S.; Stamm, J. (Hrsg.): Handbook on Science and Public Policy, S. 12–25. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Kuhn, T. S. (1970): The structure of scientific revolutions, Bd. 111. Chicago: University of Chicago Press.

Jongbloed, B.; Lepori, B. (2015): The funding of research in higher education: Mixed models and mixed results. In: The Palgrave international handbook of higher education policy and governance, S. 439–462. London: Palgrave Macmillan.

Latour, B. (1987): Science in action: How to follow scientists and engineers through society. Harvard: Harvard university press.

Larivière, V.; Haustein, S.; Mongeon, P. (2015): The oligopoly of academic publishers in the digital era. In: *PloS one* 10(6), e0127502.

Latour, B. (2014): Some advantages of the notion of »Critical Zone« for geopolitics. In: *Procedia Earth and Planetary Science* 10, S. 3–6.

Laudel, G.; Gläser, J. (2008): From apprentice to colleague: The metamorphosis of early career researchers. In: *Higher education* 55(3), S. 387–406.

Lepori, B.; Jongbloed, B.; Hicks, D. (2022): Handbook of Public Research Funding. Edward Elgar.

Leydesdorff, L.; Etzkowitz, H. (1998): Triple Helix of innovation: introduction. In: *Science and Public Policy* 25(6), S. 358–364.

Luukkonen, T. (2014): The European Research Council and the European research funding landscape. In: *Science and Public Policy* 41(1), S. 29–43.

Mansfield, E. (1986): The R&D tax credit and other technology policy issues. In: *The American Economic Review* 76(2), S. 190–194.

Martin, B. R. (2011): The Research Excellence Framework and the ›impact agenda‹: are we creating a Frankenstein monster? In: *Research evaluation* 20(3), S. 247–254.

Mayer-Schönberger, V.; Cukier, K. (2013): Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think. Houghton Mifflin Harcourt.

Mazzucato, M. (2018): Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. In: *Industrial and Corporate Change* 27(5), S. 803–815.

Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J.; Behrens III, W. W. (1972): The limits to growth – Club of Rome.

Mendez, E.; Lawrence, R.; MacCallum, C. J.; Moar, E.; Lossau, N.; Deketelaere, K.; Hormia Poutanen, K. (2020): Progress on Open Science: Towards a Shared Research Knowledge System. Final Report of the Open Science Policy Platform. European Commission.

Merton, R. K. (1973): The sociology of science: Theoretical and empirical investigations. Chicago: University of Chicago Press.

Millar, R.; Wynne, B. (1988): Public understanding of science: from contents to processes. In: *International Journal of Science Education* 10(4), S. 388–398.

Mingers, J.; Leydesdorff, L. (2015): A review of theory and practice in scientometrics. In: *European journal of operational research* 246(1), S. 1–19.

Moore, S.; Neylon, C.; Paul Eve, M.; Paul O'Donnell, D.; Pattinson, D. (2017): ›Excellence R Us‹: university research and the fetishisation of excellence. In: *Palgrave Communications* 3(1), S. 1–13.

Musselin, C. (2005): European academic labor markets in transition. In: *Higher Education* 49(1), S. 135–154.

Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (2003): Introduction: ›Mode 2‹ revisited: The new production of knowledge. In: *Minerva* 41(3), S. 179–194.

OECD (2022): Main Science and Technology Indicators. Online verfügbar unter https://www.oecd.org/sti/msti.htm, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Owen, R.; Pansera, M.; Macnaghten, P.; Randles, S. (2021): Organisational institutionalisation of responsible innovation. In: *Research Policy* 50(1), S. 104132.

Polk, M. (2015): Transdisciplinary co-production: Designing and testing a transdisciplinary research framework for societal problem solving. In: *Futures* 65, S. 110–122.

Popper, K. R. (1934): Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft. Berlin: Springer.

Radder, H. (Hrsg.) (2010): The Commodification of Academic Research: Science and the Modern University. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Rathenau Instituut (2021): Moving forward together with open science – Towards meaningful public engagement with research (Autoren: Scholvinck, A. M.; Scholten, W.; Diederen, P.).

Renn, J. (2020): The evolution of knowledge. Princeton University Press.

Rikap, C.; Lundvall, B. Å. (2021): The digital innovation race. Palgrave MacMillan.

Rip, A. (1978): Wetenschap als mensenwerk: over de rol van de naturwetenschapen in de samenleving. Baarn: Amboboeken.

Rip, A. (2002): Regional innovation systems and the advent of strategic science. In: *The journal of technology transfer* 27(1), S. 123–131.

Roberts, L. (2009): Situating science in global history: Local exchanges and networks of circulation. In: *Itinerario* 33(1), S. 9–30.

Ruffini, P. B.; Ruffini, P. B. (2017): What is science diplomacy? S. 11–26. Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-319-55104-3_2.

Rungius, C.; Flink, T. (2020): Romancing science for global solutions: on narratives and interpretative schemas of science diplomacy. In: *Humanities and Social Sciences Communications* 7(1), S. 1–10.

Schimanski, L. A.; Alperin, J. P. (2018): The evaluation of scholarship in academic promotion and tenure processes: Past, present, and future. In: *F1000Research* 7, S. 1605. Online verfügbar unter https://doi.org/10.12688/f1000research.16493.1, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Shackley, S.; Wynne, B. (1995): Global climate change: the mutual construction of an emergent science-policy domain. In: *Science and Public Policy* 22(4), S. 218–230.

Shapin, S. (1996): The scientific revolution. Chicago: University of Chicago Press.

Simon, D.; Kuhlmann, S.; Stamm, J.; Canzler, W. (2019): Introduction: Science and public policy – relations in flux. In: Simon, D.; Kuhlmann, S.; Stamm, J.; Canzler, W. (Hrsg.) (2019): Handbook on Science and Public Policy, S. 1–10. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Slaughter, S.; Leslie, L. L. (1997): Academic capitalism: Politics, policies, and the entrepreneurial university. Baltimore.

Stokes, D. E. (1997): Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Brookings Institution Press.

Thackray, A. (Hrsg.) (1998): Private science: Biotechnology and the rise of the molecular sciences. University of Pennsylvania Press.

United Nations (2015): Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Online verfügbar unter https://sdgs.un.org/2030agenda, zuletzt geprüft am 26.05.2023.
van Dijck, J.; Poell, T.; De Waal, M. (2018): The platform society: Public values in a connective world. Oxford: Oxford University Press.
van Vught, F. A. (1989): The new government strategy for higher education in the Netherlands: an analysis. In: *Higher education quarterly* 43(4), S. 351–363.
Visscher, K.; Heusinkveld, H. S.; O'Mahoney, J. (2018): Bricolage and identity work. In: *British Journal of Management* 29(2), S. 356–272.
Vohland, K.; Land-Zandstra, A.; Ceccaroni, L.; Lemmens, R.; Perelló, J.; Ponti, M.; Wagenknecht, K. (2021): The science of citizen science. Springer Nature.
von Schomberg, R.; Hankins, J. (Hrsg.) (2019): International handbook on responsible innovation: A global resource. Edward Elgar Publishing.
VSNU, NFU, KNAW, NWO and ZonMw (2019). Room for everyone's talent. Towards a new balance in the recognition and rewards of academics. The Hague. Online verfügbar unter https://recognitionrewards.nl/about/position-paper/, zuletzt geprüft am 26.05.2023.
Wagner, C. S. (2009): The new invisible college: Science for development. Brookings Institution Press.
Wanzenböck, I.; Wesseling, J. H.; Frenken, K.; Hekkert, M. P.; Weber, K. M. (2020): A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem – solution space. In: *Science and Public Policy* 47(4), S. 474–489.
Wilsdon, J. (2016): The metric tide: Independent review of the role of metrics in research assessment and management. London: Sage.
Wouters, P. (2019): Globalization and the rise of rankings. In: Simon, D. et al. (Hrsg.): Handbook on science and public policy, S. 466–487. Edward Elgar Publishing.
Wulf, A. (2015): The Invention of Nature: The Adventures of Alexander von Humboldt, the Lost Hero of Science: Costa & Royal Society Prize Winner. Hachette UK.
Zilsel, E. (1942): The sociological roots of science. In: *American journal of sociology* 47(4), S. 544–562.
Zuboff, S. (2015): Big other: surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. In: *Journal of information technology* 30(1), S. 75–89.

Kernaufgabe Innovation und Transfer – Neupositionierung des Wissenschafts- und Bildungssystems

Thomas Hirth

1. Einführung

Innovationen, das heißt die wirtschaftliche Umsetzung von Ideen und Erfindungen (Schumpeter 1961), sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft und Schlüsselinnovationen haben seit Beginn der Industrialisierung immer wieder auch zu neuen industriellen und gesellschaftlichen Entwicklungsphasen (Korotayev/Grinin 2012) geführt. Vor dem Hintergrund der großen gesellschaftlichen Herausforderungen (Wissenschaftsrat 2015) wie Klimawandel, Energie- und Mobilitätswende sowie Digitalisierung kommt der Wissenschaft – Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – eine große Bedeutung zu: Einerseits besitzt sie die Freiräume, neue Konzepte zu entwickeln und zu erproben, anderseits erwarten aber auch die Akteure aus der Gesellschaft, Politik und Wirtschaft von der Wissenschaft Lösungsansätze (Stifterverband 2018) für diese großen gesellschaftlichen Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund hat sich das Innovations- und Transfergeschehen (Wissenschaftsrat 2016, 2020) in der Wissenschaft, insbesondere an den Hochschulen, in den vergangenen Jahren substanziell verändert und die Wissenschaft sich neu positioniert. Darauf geht dieser Beitrag im Folgenden ein.

Deutschland verfügt mit seinen über 400 Hochschulen mit verschiedenen Aufgabenprofilen sowie den verschiedenen außeruniversitären Forschungseinrichtungen über eine vielfältige und ausdifferenzierte Forschungs- und Bildungslandschaft, in der täglich eine große Vielfalt an neuem Wissen, neuen Ideen und neuen Technologien entsteht. Durch den engen und wechselseitigen Austausch der Wissenschaft mit der Wirtschaft und der Gesellschaft ist sie ein bedeutender Motor für technologische und soziale Innovationen, deren Potenzial aber bis heute noch nicht voll umfänglich genutzt wird.

Neben der Wirtschaft kommt der Wissenschaft auch eine besondere Bedeutung in Innovationssystemen zu, weshalb staatliche Förderprogramme (BMBF 2019, 2023) und entsprechende Innovationsstrategien in den vergangenen Jahren

dazu beigetragen haben, die Innovationskraft von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu stärken und ihr Profil zu schärfen. Gerade bei den Hochschulen hat das zum Aufbau von Innovations- und Transferstrukturen sowie zur zunehmenden Verankerung von Innovation und Transfer auf der Leitungsebene der Hochschulen geführt.

Dabei ist allerdings zu beobachten, dass sehr häufig die Begriffe Innovation und Transfer nebeneinander verwendet werden und nicht immer eine scharfe Trennung existiert. Hier trägt das Positionspapier »Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien« des Wissenschaftsrats (Wissenschaftsrat 2016) ganz wesentlich zur Klärung bei. Transfer wird dort als eine Kernaufgabe bezeichnet und mit Forschung, Lehre und wissenschaftlichen Infrastrukturangeboten als eine der wesentlichen Leistungsdimensionen von Hochschulen bezeichnet. Transfer in diesem Sinne umfasst gleichermaßen den Technologie- und Wissenstransfer und Innovationen können demgemäß durch den Technologie- und Wissenstransfer in die Wirtschaft, Gesellschaft, Politik und Kultur entstehen. Dies schließt sowohl technologische als auch soziale Innovationen mit ein.

2. Veränderungen des Innovationssystems und Herausforderungen für die Wissenschaft

Innovationen leisten Beiträge zu den großen gesellschaftlichen Herausforderungen, und in den nächsten Jahren werden kontinuierliche, aber insbesondere auch disruptive Innovationen immer mehr unser Leben und unsere Geschäftsprozesse verändern. Im deutschen Innovationssystem gab es in der Vergangenheit keine umfassenden Förderstrukturen, die sich explizit auf das Hervorbringen von Sprunginnovationen konzentriert haben. Mit dem Aufbau der Agentur für Sprunginnovationen (SprinD)[1] versucht die Bundesregierung dem entgegenzuwirken und setzt hier auch ganz bewusst auf Ideen aus der Wissenschaft, um durch innovative Produkte, Dienstleistungen und Systeme das Leben spürbar und nachhaltig besser zu machen.

Aufgrund der vielfältigen globalen Herausforderungen hat sich auch das Innovationssystem in den vergangenen Jahren national und international in Wirtschaft und Wissenschaft nachhaltig verändert. Dies hat dazu geführt, dass Megatrends immer mehr die Wissenschaft, Technologien und Innovationssysteme prägen. Zu nennen sind hier insbesondere die neuen Herausforderungen durch Krisen wie die Covid-19-Pandemie oder den Klimawandel sowie Transformationsprozesse (Um-

1 https://www.sprind.org/de

weltbundesamt 2015) wie die Digitalisierung, die Energie- und Mobilitätswende. Dies hat dazu beigetragen, dass in weiten Teilen der Gesellschaft das Vertrauen in den Lösungsbeitrag der Wissenschaft (Wissenschaft im Dialog gGmbH 2022) deutlich gestärkt wurde, während ein kleinerer Teil offensiv wissenschaftskritisch geworden ist.

Die mehrheitlich gesellschaftspolitischen Erwartungen zum Nutzen von Innovationen (Botthof et al. 2020) führen aber insgesamt auch dazu, dass durch die Politik die grundsätzliche Aufgabe der Hochschulen, exzellente Grundlagenforschung zu betreiben, zunehmend um die Aufgaben der Unterstützung der Industrie bei der Transformation und den Dialog mit der Gesellschaft (BMBF 2019, 2023) ergänzt worden ist. Clusterstrukturen wie Spitzencluster und Zukunftscluster bieten große Chancen für den Transfer von Forschungsergebnissen der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft und Gesellschaft, insbesondere in wirtschafts- und wissenschaftsstarken Regionen. Gerade im Rahmen der Umsetzung der Hightech-Strategie haben die Hochschulen zusammen mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen dazu einen substanziellen Beitrag geleistet und ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Dadurch haben sich insbesondere in den wissenschaftlich und wirtschaftlich starken Regionen von Deutschland nachhaltige Innovationsregionen entwickelt.

Spitzencluster: Im Rahmen des vom BMBF geförderten Spitzencluster-Wettbewerbs haben sich in thematischen Clustern verschiedene Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und weitere Akteure einer Region vernetzt, Kräfte gebündelt und Synergien für Forschung und Innovation geschaffen. Im Cluster »it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe« werden Informatik und Ingenieurwissenschaften verbunden, um Lösungen für den Maschinen- und Anlagenbau, die Fahrzeug- und Energietechnik zu entwickeln. Der »BioEconomy Cluster« setzt auf die nachhaltige Nutzung von Non-Food-Biomasse zur Erzeugung von Chemikalien, neuen Materialien, Werkstoffen und Energie und trägt damit zur Stärkung der traditionsreichen Chemieregion Mitteldeutschland bei. Der »EffizienzCluster LogistikRuhr« beforscht, wie die Logistikbranche die Digitalisierung bestmöglich für innovative Prozesse nutzen kann und bringt regionale Akteure zusammen.

Zukunftscluster (Clusters4Future): Zukunftscluster sind regionale Innovationsnetzwerke, um aus exzellenter Forschung die Innovationen der Zukunft entstehen zu lassen. Sie knüpfen mit dem regionalen Ansatz der Clusterförderung unmittelbar an die Spitzenforschung an und sorgen so dafür, dass tech-

nologische sowie soziale Innovationen schneller im Alltag der Menschen ankommen. Der Zukunftscluster CNATM verfolgt das Ziel, Medikamente und Impfstoffe auf RNA-Basis zu entwickeln, die das Spektrum medikamentös therapierbarer Krankheiten erweitern. Der Zukunftscluster ETOS steht für die Etablierung eines interdisziplinären Innovationsnetzwerks, das sich mit der Elektrifizierung technisch relevanter Synthesen befasst, die zur Herstellung von Grund- und Feinchemikalien und zur Umstellung klassischer Produktionsverfahren in Richtung CO_2-Neutralität dienen. Der Zukunftscluster QVLS-iLabs zielt auf den Aufbau eines offenen Innovationsnetzwerks zu Quantentechnologien, das auf industrielle Anwendungen der Quantentechnologie insbesondere bei zukünftigen Quantencomputern fokussiert.

Allerdings wächst mit dem Ruf nach mehr Transfer und stärkerer Steuerung von Forschung die Gefahr, dass gerade die ergebnisoffene Grundlagenforschung der Hochschulen eingeschränkt werden könnte. Das deutsche Innovationssystem benötigt leistungsfähige und international wettbewerbsfähige Hochschulen, die Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Lehre auf hohem und höchstem Niveau betreiben, was zu einer Ausdifferenzierung des deutschen Hochschulsystems im Rahmen der Exzellenzinitiative[2] geführt hat. Die Grundlagenforschung wurde dabei insbesondere durch die Einrichtung von Graduiertenschulen und Exzellenzclustern im Rahmen der ersten und zweiten Runde des Exzellenzwettbewerbs gestärkt. Der Erkenntnistransfer der Forschungsergebnisse in Wirtschaft und Gesellschaft sowie die Unterstützung von herausragenden Forschungsstrukturen wurden als neue Leistungsdimension in der dritten Runde des Exzellenzuniversitätswettbewerbs aufgenommen. Dies hat dazu geführt, dass die Universitäten im Rahmen ihrer Cluster und Gesamtstrategien die Partner aus Gesellschaft und Wirtschaft noch stärker einbezogen haben und Open Science sowie entsprechende Formate wie beispielsweise Reallabore oder Science Week zu deren Beteiligung implementiert haben. Insofern hat der Exzellenzuniversitätswettbewerb zur Stärkung des Innovations- und Transferverständnisses sowie des Innovations- und Transfergeschehens insgesamt an den Universitäten beigetragen.

Reallabore: Reallabore sind Testräume, in denen innovative Technologien oder Geschäftsmodelle unter realen Bedingungen erprobt werden. Reallabore unterscheiden sich wesentlich von anderen Forschungsformaten durch das

---

2 https://www.dfg.de/foerderung/programme/exzellenzinitiative

Ko-Design von Wissenschaft und Praxis, ihre Transdisziplinarität, zivilgesellschaftliche Orientierung und durch ihren Laborcharakter. Baden-Württemberg ist hier ein Pionier und fördert seit 2015 die Entwicklung von Reallaboren auf Gebieten wie beispielsweise Klima oder künstliche Intelligenz.

Science Summit und Science Week: Formate wie Science Summit oder Science Week dienen dazu, Wissenschaft für alle gesellschaftlichen Akteure erlebbar zu machen, und sind damit ein Beitrag zum Transfer. Die internationale Wissenschaftskonferenz Falling Walls Science Summit bietet seit 2009 als Format der Wissenschaft eine Bühne für den Austausch mit Politik, Wirtschaft, Medien und Gesellschaft. Die Berlin Science Week ist ein internationales Wissenschaftstreffen, an dem die innovativsten Institutionen der Welt teilnehmen, um Kontakte zur internationalen Wissenschaftsgemeinschaft und der Öffentlichkeit zu knüpfen und zu pflegen. Die KIT Science Week ist Teil des erfolgreichen Universitätsantrags des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und kombiniert eine hochrangige wissenschaftliche Konferenz von und mit international renommierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit vielfältigen Veranstaltungen für die Öffentlichkeit.

Ein sehr wichtiger Transferkanal der Hochschulen ist die Lehre. Durch die Einrichtung von Professuren für Innovationsmanagement oder Entrepreneurship an den deutschen Hochschulen hat das Thema Innovation auch stark Einzug in die Lehre gehalten und ist neben der forschungsorientierten Lehre, das heißt der Integration aktueller Forschungsthemen in die Lehre, ein wichtiges Element für die Positionierung von Innovation im Bildungssystem. Damit haben die Hochschulen auch eine wichtige Aufgabe bei der Ausbildung zukünftiger Unternehmerinnen und Unternehmer. Die zunehmend fortschreitende industrielle Transformation erfordert aber auch neue Qualifikationen auf Gebieten wie der Digitalisierung oder der Nachhaltigkeit. Dafür benötigt die Wirtschaft einerseits Unterstützung beim Aufbau von Kompetenzen für die Transformation und die Weiterbildung durch die Wissenschaft. Andererseits müssen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch umfassender für Karrierepfade in der Wirtschaft qualifiziert werden.

Neue Entwicklungen in den Bereichen Digitalisierung und Mobilität haben in den vergangenen Jahren zu neuen Innovationsfeldern wie Elektromobilität, autonomes Fahren, Industrie 4.0 oder dem Internet of Things geführt. Dadurch haben sich auch neue Innovationsstrategien in den Unternehmen entwickelt und forschungsstarke Unternehmen, die sich durch mehr Grundlagenforschung oder durch den Aufbau von Inkubatoren für Start-ups auszeichnen, sind als neue Ak-

teure in den Bereich des Innovationsprozesses getreten, der bisher stärker durch die Wissenschaft bestimmt wurde. Da diese neuen Entwicklungen und Innovationen immer stärker wissensbasiert sind, treten Unternehmen der Wirtschaft bei der Grundlagenforschung und angewandten Forschung immer stärker in den Wettbewerb zu den Hochschulen.

Neben diesen strategischen Veränderungen in Unternehmen hat sich auch die Zusammenarbeit zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft in den vergangenen Jahren entscheidend verändert. Die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft ist für die Überführung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die Praxis und die Umsetzung von Innovationen entscheidend. Durch Open Innovation (European Commission 2016) kam es zu einer deutlich stärkeren Öffnung der Partner im Innovationsprozess. Durch eine zunehmend engere räumliche Zusammenarbeit in Form von »Industry on Campus« oder »Institute on Campus« ist eine verstärkte Öffnung der Wissenschaft für die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu beobachten, die wertvolle Impulse für Innovationen liefert und zu einer schnelleren Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse in die praktische Umsetzung führt. Diese offene Form der Zusammenarbeit, die vielfach auch als Open Innovation bezeichnet wird, kann aber auch zu Zielkonflikten führen; deshalb werden diese Entwicklungen von Teilen der Wissenschaft kritisch gesehen.

Schließlich zeigen die Globalisierung und Internationalisierung mit China als neuem, bedeutenden Wirtschaftsakteur sowie die Krisen durch die Covid-19-Pandemie und Kriege, wie schnell Lieferengpässe bei Rohstoffen und Komponenten entstehen können und welche Bedeutung regionale Innovations-, Liefer- und Wertschöpfungsketten haben können. Die hat auch zu dem Wunsch nach mehr Technologiesouveränität von Europa und Deutschland geführt und den Ruf nach verstärktem Transfer als zentrales Element von nationalen und regionalen Netzwerken, in denen die Wissenschaft und insbesondere Hochschulen eine zentrale Rolle als Innovationsakteur spielen, verstärkt.

In diesem Zusammenhang kommt auch der gemeinsamen Nutzung von Forschungsinfrastrukturen durch Wissenschaft und Wirtschaft und der damit verbundenen Möglichkeit zur Erprobung neuer Technologien sowie der damit verbundenen Zusammenarbeit große Bedeutung zu.

3. Innovations- und Transferverständnis von Wissenschaftseinrichtungen

Für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen werden die forschungspolitischen Ziele für den Transfer durch den Pakt für Forschung und Innovation[3] definiert. Vor dem Hintergrund des zunehmenden internationalen Wettbewerbs und des Ausbaus europäischer und nationaler Innovationsfördermaßnahmen haben sich in den vergangenen Jahren die Hochschulen im Rahmen ihrer strategischen Ausrichtung intensiv mit der Weiterentwicklung ihrer Innovations- und Transferstrategien beschäftigt und entsprechende Strukturen für den Transfer aufgebaut. Die Innovations-, Transfer- und Kooperationsaktivitäten können die Außendarstellung und Profilbildung von Hochschulen unterstützen und werden damit zu einem zentralen Handlungsfeld der institutionellen Strategie.

Den Strategien der Hochschulen und den damit verbundenen Zielen, Maßnahmen, Strukturen und Prozessen liegt dabei weitgehend ein Innovations- und Transferverständnis zugrunde, das sich an der Definition des Wissenschaftsrats (Wissenschaftsrat 2016) orientiert und Transfer als die »dialogische Vermittlung und Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Gesellschaft, Kultur, Wirtschaft und Politik« begreift. Dabei umfasst der Begriff Transfer sowohl den Wissenstransfer als auch den Technologietransfer. Zunehmend sehen die Hochschulen den Transfer aber auch als eine »Kernaufgabe und mit Forschung, Lehre und wissenschaftlichen Infrastrukturangeboten eine der wesentlichen Leistungsdimensionen wissenschaftlicher Einrichtungen, die eng miteinander verbunden sind« (Wissenschaftsrat 2016), wie es auch der Wissenschaftsrat (WR) und die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) in den vergangenen Jahren verstärkt zum Ausdruck gebracht haben. Innovation wird deshalb von den Hochschulen auch zunehmend in ihrer Mission oder ihrem Leitbild adressiert.

Allerdings hängt die Ausgestaltung der jeweiligen Transferstrategie (einrichtungsspezifische Transferstrategie) ganz stark vom Typus und Auftrag, vom vorhandenen Fächerspektrum und der fachlichen Ausrichtung sowie vom vorhandenen Transferpotenzial der jeweiligen Einrichtung ab. Die Formulierung und Umsetzung von Innovations- und Transferstrategien und den damit verbundenen Anreizsystemen ist deshalb an Hochschulen noch sehr unterschiedlich ausgeprägt, was teilweise aber auch auf noch vorhandene Strategiedefizite zurückzuführen ist.

Die Hochschulen haben deshalb zunehmend Governance- und Unterstützungsstrukturen (Stifterverband 2018) aufgebaut, was dann in der Folge auch zu

---

3 https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/das-wissenschaftssystem/pakt-fuer-forschung-und-innovation/pakt-fuer-forschung-und-innovation_node.html

einem professionelleren Kooperationsmanagement geführt hat. Die Festlegung von Kriterien, an denen die Einrichtung den Erfolg ihrer Transferstrategie und deren Wirksamkeit messen will, gewinnt deshalb auch verstärkt an Bedeutung. Hochschulen nutzen dabei zunehmend sogenannte Transferaudits[4] als strategisches Element. Eine Erweiterung ist das Transferbarometer des Stifterverbands, das 2021 gemeinsam von ausgewählten Hochschulen und Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft mit dem Stifterverband entwickelt wurde und eine gute konzeptionelle Grundlage für ein breites Transferverständnis bietet.[5] Das Transferbarometer dient der Stärkung der Transfer- und Kooperationskultur unter besonderer Berücksichtigung der institutionellen Voraussetzungen und der entsprechenden Transferfelder.

Zur Stärkung von Innovation und Transfer ist aber ebenso der Auf- und Ausbau von unterstützenden Maßnahmen zur Stärkung von Innovation und Transfer an den Hochschulen notwendig. In den vergangenen Jahren wurden die Hochschulen in Deutschland insbesondere durch die Maßnahmen »Innovative Hochschule« des BMBF sowie zusammen mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen durch das EXIST-Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)[6] unterstützt. Im Fokus des Programms »Innovative Hochschule« standen dabei strategische und strukturelle Maßnahmen wie beispielsweise die Einrichtung oder Erweiterung von Transfereinrichtungen sowie die Erprobung von Transferinstrumenten und -methoden. Das EXIST-Förderprogramm dient dazu, das Gründungsklima zu verbessern sowie die Anzahl technologieorientierter und wissensbasierter Unternehmensgründungen zu erhöhen und ihren Erfolg zu steigern.

Innovations- und Transfersysteme werden zunehmend durch die großen gesellschaftlichen Herausforderungen und die damit verbundenen Transformationsprozesse geprägt. Dies geht über die Bedürfnisse der Wirtschaft im engeren Sinne weit hinaus. Die Wissenschaft orientiert sich deshalb stärker als bisher an den großen gesellschaftlichen Herausforderungen wie Energie- und Mobilitätswende, Klimawandel, Digitalisierung und Gesundheit sowie in Forschung und Transfer an den UN Sustainable Development Goals,[7] am Green Deal der EU,[8] der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie[9] und der Zukunftsstrategie der Bundesregierung (BMBF 2023) mit der immer stärkeren Missionsorientierung. Um die Ziele der nachhal-

4 https://www.stifterverband.org/transfer-audit

5 https://www.stifterverband.org/transferbarometer/strategische-potenziale

6 https://www.exist.de/EXIST/Navigation/DE/Home/home.html

7 https://sdgs.un.org/goals

8 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de

9 https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-318846

tigen Entwicklung zu erreichen, sind technologische und soziale Innovationen ein wichtiges Instrument, aber auch die Vernetzung der Natur- und Ingenieurwissenschaften mit den Geistes- und Sozialwissenschaften bei Forschung und Transfer sowie die Einbeziehung der Gesellschaft im Sinne von Citizen Science.[10]

Die Wissenschaft – Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – wirkt auch zunehmend stärker bei der politischen Gestaltung von Transformationsprozessen mit, wie beispielsweise dem Strategiedialog Automobilwirtschaft in Baden-Württemberg.[11] Die Wissenschaft nutzt bei diesen Transformationsprozessen neue Instrumente wie Bürgerdialoge und Reallabore zur Beteiligung der Gesellschaft und für den Diskurs mit der Gesellschaft. Insgesamt führt das zu einer immer stärkeren Übernahme von Verantwortung durch die Wissenschaft im Sinne von »Responsible Research and Innovation«.

Strategiedialog Automobilwirtschaft: Der Strategiedialog Automobilwirtschaft Baden-Württemberg eröffnet über Branchengrenzen hinweg Innovationspotenziale. Im engen Schulterschluss von Politik, Automobilherstellern, Zulieferern, Industrieverbänden, Gewerkschaften und Zivilgesellschaft entstehen Projekte, Maßnahmen und Konzepte, um den Transformationsprozess der baden-württembergischen Automobilindustrie erfolgreich zu gestalten.

Responsible Research and Innovation: ARRTI ist die von der Universitätsitiative des KIT geförderte Akademie für Responsible Research, Teaching and Innovation und verfolgt das Ziel einer stärkeren Berücksichtigung technik-ethischer Themen in Forschung, Lehre und Innovation. Dazu vermittelt ARRTI ethisch-reflexive Fähigkeiten, um Verantwortung in Forschung, Lehre und Innovation wahrnehmen zu können. ARRTI bietet eine interdisziplinäre Plattform zur gemeinsamen Gestaltung und Diskussion ethischer Fragestellungen und Praktiken sowie zur Einübung von ethisch-reflexiven Fähigkeiten.

4. Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der großen gesellschaftlichen Herausforderungen und der damit verbundenen Transformationsprozesse gewinnen die Stärkung der Innovationssysteme und die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesell-

10 https://www.buergerschaffenwissen.de/

11 https://stm.baden-wuerttemberg.de/de/themen/unsere-strategiedialoge/strategiedialog-automobilwirtschaft

schaft zunehmend an Bedeutung. Die Wissenschaft – Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – ist sich ihrer Verantwortung bewusst und hat dafür bereits entsprechende Strategien und Strukturen entwickelt, die es zukünftig noch durch forschungspolitische Maßnahmen zu stärken und weiter auszubauen gilt, da beispielsweise die Maßnahmen an Hochschulen wie Innovative Hochschule oder EXIST nur Anschubmaßnahmen sind und nicht zu einer Verstetigung durch Bund und Land geführt haben. Vielmehr mussten die Hochschulen mit eigenen Mitteln Strukturen aufbauen oder verstetigen, die dem Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft dienen. Darüber hinaus dürfen verstärkte Anstrengungen im Transfer nicht zu Einschränkungen bei der erkenntnisorientierten Grundlagenforschung führen.

Für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen und die damit verbundenen Transformationsprozesse gilt aber, dass die beste Art, die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen, ist, sie aktiv und gemeinsam mit zu gestalten. Dafür hat sich die Wissenschaft auf den Weg gemacht.

Literatur

BMBF (2019): Fortschrittsbericht zur Hightech-Strategie 2025. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/1/31522_Fortschrittsbericht_zur_Hightech_Strategie_2025.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

BMBF (2023): Zukunftsstrategie Forschung und Innovation. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie_node.html, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik. Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis, Nr. 67. Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cci/innovation-systems-policy-analysis/2020/discussionpaper_67_2020.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2016): Open innovation, open science, open to the world – A vision for Europe. Publications Office. Online verfügbar unter https://data.europa.eu/doi/10.2777/061652, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Korotayev, A. V.; Grinin, L. E. (2012): Kondratieff Waves in the World System Perspective. In: Grinin, L. E.; Devezas, T. C.; Korotayev, A. V. (Hrsg.): Kondratieff Waves: Dimensions and Perspectives at the Dawn of the 21st Century. Uchitel Publishing House, Volgograd, S. 23–64.

Schumpeter, Joseph A. (1961): Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. Bd. I, Göttingen (engl. Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York 1939).

Stifterverband (2018): Grundsätze für erfolgreiche Transferstrukturen. Online verfügbar unter https://www.stifterverband.org/sites/default/files/grundsaetze_fuer_erfolgreiche_transferstrukturen.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015): Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können. Transformationsstrategien und Models of Change für nachhaltigen gesellschaftlichen Wandel. UFOPLAN-Vorhaben – FKZ 371211103. Autor*innen: Grießhammer, R.; Brohmann, B. et al. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/wie_transformationen_und_gesellschaftliche_innovationen_gelingen_koennen.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Wissenschaft im Dialog gGmbH (Hrsg.) (2022): Wissenschaftsbarometer 2022. Online verfügbar unter https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wissenschaftsbarometer/wissenschaftsbarometer-2022/, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Wissenschaftsrat (2015): Zum wissenschaftspolitischen Diskurs über große gesellschaftliche Herausforderungen. Positionspapier, Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4594-15.html, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Wissenschaftsrat (2016): Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien. Positionspapier, Weimar. Online verfügbar unter https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/5665-16.html, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Wissenschaftsrat (2020): Anwendungsorientierung in der Forschung. Positionspapier, Berlin. Online verfügbar unter https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/8289-20.html, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Entwicklung der FuE-Förderung in Deutschland: eine quantitative Analyse

Christian Rammer

1. Einleitung

Die Veränderungen im Innovationssystem und in der Art, wie Innovationen entstehen und sich verbreiten, spiegeln sich auch in Änderungen in der Forschungs- und Innovationspolitik wider. Ziel dieses Beitrags ist es, Veränderungen in der deutschen Forschungs- und Innovationspolitik in den vergangenen drei Jahrzehnten anhand von statistischen Daten zur Finanzierung und Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) und Innovationen durch den Staat zu analysieren. Die Nutzung von statistischen Daten erlaubt es, Veränderungen in der Forschungs- und Innovationspolitik zu quantifizieren und damit Trends und Verschiebungen in Bezug auf den Umfang der FuE-Förderung, die inhaltlichen Schwerpunkte, die Zielgruppen der Maßnahmen und die eingesetzten Instrumente zu identifizieren. Dem steht allerdings der Nachteil gegenüber, dass statistische Daten nur einen begrenzten Ausschnitt der Forschungs- und Innovationspolitik abbilden können, da sie im Wesentlichen die finanzielle Ausstattung darstellen, während die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen, etwa im Hinblick auf administrative Verfahren (Antragstellung, Wettbewerbe, Projektauswahl), Akteurskonstellationen, Innovationsprozesse oder Innovationsarten, ausgeblendet bleibt.

Im Rahmen des vorliegenden Bandes möchte der Beitrag primär die großen Trends in der deutschen Forschungs- und Innovationspolitik nachzeichnen, soweit sie aus den staatlichen FuE-Ausgaben und Förderaktivitäten abzulesen sind. Dabei stehen Veränderungen zu den folgenden vier Aspekten der Forschungs- und Innovationspolitik im Mittelpunkt:

- Umfang der staatlichen Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Wissenschaft
- Thematische und sektorale Schwerpunkte der staatlichen FuE-Finanzierung
- Instrumente der FuE-Finanzierung und -Förderung
- Zielgruppen von Fördermaßnahmen im Bereich der Wirtschaft

Im Hinblick auf das zentrale Thema des Bands, nämlich der Transformation von Innovationssystemen und den Konsequenzen für die Innovationspolitik, bilden die hier dargestellten Analysen in erster Linie einen Bezugsrahmen, um die konkreten Änderungen in der Innovationspolitik wie zum Beispiel neue Förderkonzepte und -ansätze, neue Zielgruppen und ein verändertes Rollenverständnis der Politik (vergleiche Botthof et al. 2020) einzuordnen.

2. Trendwende 2006: von Stagnation zu Expansion

Ein zentraler Indikator für das finanzielle Engagement des Staats im Bereich der Innovationspolitik ist der Umfang der staatlichen FuE-Ausgaben. Er zeigt an, in welchem Ausmaß staatliche Stellen die Durchführung von FuE finanzieren und damit die Entwicklung neuer Technologien und neuen Wissens vorantreiben, welche letztlich die Grundlage für die Hervorbringung und Einführung von Innovationen sind. Allerdings ist FuE nur eine Komponente, die für Innovationen und Innovationsfähigkeit eine Rolle spielt, und viele Innovationen entstehen ohne eine direkte FuE-Tätigkeit (vergleiche Som 2012; Rammer et al. 2009, 2012). In der deutschen Innovationspolitik stellt die finanzielle Förderung von FuE-Aktivitäten jedoch den mit Abstand umfangreichsten Teil der Innovationsförderung dar (Rammer/Schmitz 2017). Maßnahmen, die auf andere Aspekte des Innovationsprozesses abzielen, wie zum Beispiel die Förderung von Geschäftsmodellen und Pionierlösungen, innovationsbezogene Beratungs- und Qualifizierungsmaßnahmen, die Anstellung von Personal für Innovationsvorhaben (»Innovationsassistenten«) oder diffusionsorientierte Förderungen weisen einen erheblich geringeren finanzielle Umfang auf als die Finanzierung von FuE.

Die staatliche FuE-Finanzierung umfasst sowohl die institutionelle Finanzierung von FuE (Grundfinanzierungsmittel für Hochschulen und Forschungseinrichtungen) als auch die Förderung von FuE-Vorhaben in Wirtschaft und Wissenschaft im Rahmen von Förderprogrammen sowie staatliche FuE-Aufträge an Unternehmen oder Wissenschaftseinrichtungen. In den vergangenen 30 Jahren lassen sich zwei Perioden klar unterscheiden (Abbildung 1): Von 1991 bis 2005 stagnierte der Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung (Summe Bund und Länder) inflationsbereinigt. Ab 2006 kam es zu einem deutlichen Anstieg der realen staatlichen FuE-Finanzierung. Dieser war beim Bund höher als bei den Ländern. Gemessen am Gesamthaushalt von Bund und Ländern nahm der Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung ab 2006 zu und stieg von 3,13 Prozent (2005) auf 4,04 Prozent (2019) an. Für die beiden »Corona-Jahre« 2020 und 2021 liegt dieser Wert trotz gestiegener staatlicher FuE-Finanzierung merklich unter dem der Vorjahre, da andere staatliche Ausgaben überproportional zugenommen haben.

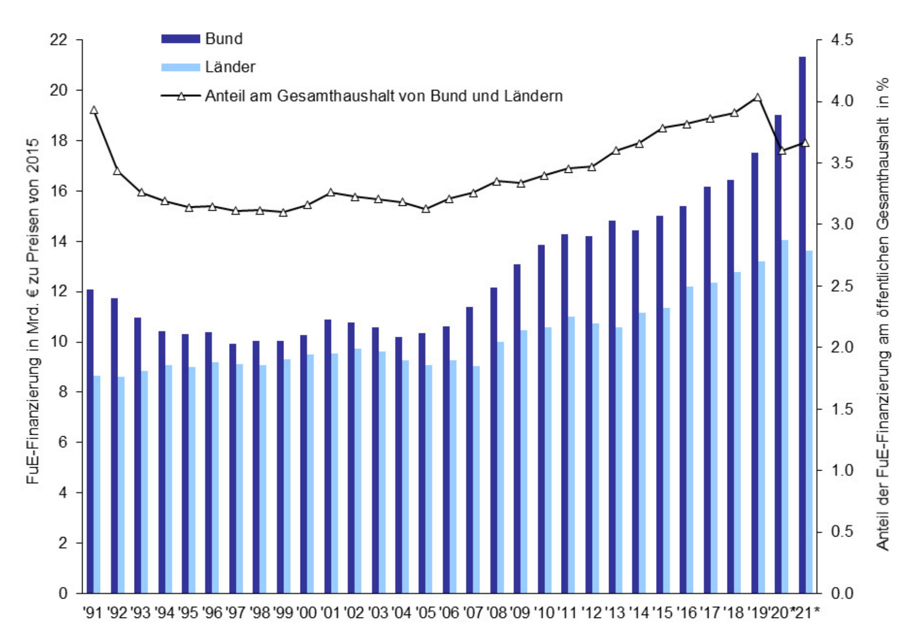


Abb. 1: Staatliche FuE-Finanzierung durch Bund und Länder in Deutschland 1991–2021
* Wert für 2020 für Länder geschätzt, Werte für 2021 auf Basis des Haushaltssolls und noch vorläufig. *Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.2, 1.1.4, 1.2.3 und 1.2.4; OECD, MSTI 1/2022*

Die Trendwende zeigt sich besonders deutlich, wenn der Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung in Relation zum BIP gesetzt wird (Abbildung 2). Das Wendejahr ist dabei 2008, da 2006 und 2007, trotz bereits steigender FuE-Finanzierung durch den Bund, die gesamtstaatliche Quote aufgrund einer weiterhin rückläufigen FuE-Finanzierung durch die Länder sowie eines starken Wachstums des BIP gedrückt wurde. Nach dem starken Anstieg von 2007 (0,73 Prozent) bis 2009 (0,88 Prozent) blieb die staatliche FuE-Finanzierung in Relation zum BIP von 2010 bis 2015 auf konstantem Niveau und steigt seither weiter an. Im Jahr 2021 wird voraussichtlich ein Wert von 1,10 Prozent erreicht werden. Der starke Anstieg im Jahr 2020 ist allerdings – ebenso wie der des Jahres 2009 – zu einem guten Teil durch die Abnahme des BIP bedingt. Gleichwohl hat in beiden Rezessionsjahren der absolute Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung deutlich zugenommen, das heißt, der Staat hat auch im Bereich der Forschungsfinanzierung eine kontrazyklische Konjunkturpolitik verfolgt.

Der im Jahr 2021 erreichte Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung am BIP von 1,1 Prozent ist jedoch kein Höchstwert des staatlichen FuE-Engagements in Deutschland. Anfang der 1970er Jahre betrug die staatliche FuE-Finanzierung in der BRD bis zu 1,15 Prozent des BIP. Insofern stellt die ab 2006 eingeleitete Ex-

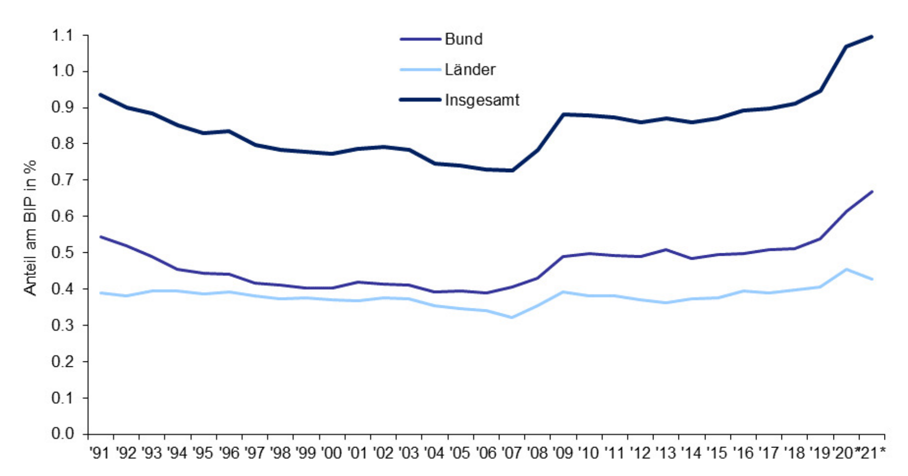


Abb. 2: Staatliche FuE-Finanzierung in Deutschland 1991–2021 in Prozent des BIP
* geschätzt auf Basis des Haushaltssolls, Wert für 2020 geschätzt auf Basis der Angaben zur FuE-Finanzierung von Staat und Wirtschaft lt. Tab. 1.1.1.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.2, 1.1.4, 1.2.3 und 1.2.4; OECD, MSTI 1/2022

pansionsphase lediglich eine Rückkehr zu bereits früher erreichten Niveaus dar. Betrachtet man den staatlichen FuE-Finanzierungsbeitrag, gemessen am BIP, aus einer langfristigen Perspektive und stellt ihn dem FuE-Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft gegenüber, so lassen sich seit Anfang der 1960er Jahre fünf Phasen der FuE-Entwicklung in Deutschland unterscheiden (Abbildung 3; vergleiche hierzu auch Fier 2002; Fier/Harhoff 2001):

Von 1962 bis 1971 weiteten sowohl Staat als auch Wirtschaft ihre FuE-Finanzierung kräftig aus, sodass sich die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote von 1,22 auf 2,25 Prozent fast verdoppelte.

Nach einem leichten Rückgang sowohl der staatlichen als auch der privaten FuE-Finanzierung bis 1975, der im Zusammenhang mit der Wirtschaftskrise 1974/75 stehen dürfte, folgte eine Phase der raschen Ausweitung der privaten FuE-Finanzierung bei einer – gemessen am BIP – leicht rückläufigen staatlichen FuE-Finanzierung. Bis 1988 stieg die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote auf einen Wert von 2,73 Prozent.

Danach reduzierten sowohl Staat als auch Wirtschaft ihre FuE-Finanzierung. Die staatliche FuE-Quote sank von 1,00 Prozent im Jahr 1988 auf 0,84 Prozent 1995, die private ging im gleichen Zeitraum von 1,73 auf 1,30 Prozent zurück. Die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote fiel auf 2,14 Prozent.

In einer vierten Phase, die bis 2006 dauerte, erhöhte die Wirtschaft ihre FuE-Finanzierung merklich auf einen BIP-Anteil von 1,75 Prozent (2006), während der

Staat einen Rückgang auf 0,72 Prozent (2006) aufwies. Die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote stieg in dieser Phase auf 2,47 Prozent.

Seither lässt sich eine fünfte Phase beobachten, in der – erstmals seit den 1960er Jahren wieder – sowohl Staat als auch Wirtschaft mehr in FuE investieren. 2017 wurde das Regierungsziel, die FuE-Ausgaben auf 3,0 Prozent des BIP zu erhöhen, mit einem Wert von 3,05 Prozent erreicht. Bis 2019 stieg die staatliche FuE-Finanzierung auf 0,97 Prozent des BIP, der FuE-Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft auf 2,20 Prozent, die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote erreicht 3,17 Prozent.

Inwieweit diese Expansionsphase durch die Coronapandemie nur unterbrochen wurde, oder ob eine Trendwende zu einer neuen Entwicklungsphase eingesetzt hat, kann zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Beitrags (Mitte 2022) nicht gesagt werden. Die staatliche FuE-Finanzierung stieg jedenfalls auch in den Jahren 2020 und 2021 weiter deutlich an und konnte zumindest im Jahr 2020 den Rückgang der FuE-Finanzierung durch die Wirtschaft nahezu kompensieren.

3. Verschiebung in Richtung Wissenschaft, rückläufige staatliche Beiträge zur Unternehmens-FuE

Die Entwicklung der staatlichen FuE-Finanzierung nach Hauptempfängergruppen (FuE durchführende Sektoren) in Deutschland in den vergangenen 30 Jahren kann im Wesentlichen in drei Phasen zusammengefasst werden (Abbildung 4): Von der Wiedervereinigung bis 2002 stiegen die FuE-Mittel (zu konstanten Preisen gerechnet) für Hochschulen (+1,4 Prozent p. a.) und staatliche Forschungseinrichtungen (+0,9 Prozent p. a.) mehr oder minder im Gleichschritt langsam an, während die Finanzierungsmittel für FuE in Unternehmen mit -2,9 Prozent p. a. deutlich zurückgenommen wurden. Von 2002 bis 2005 folgte eine Phase, in der die staatliche FuE-Finanzierung für alle drei Empfängergruppen zurückgenommen wurde, wobei die Unternehmen besonders hohe (-9,7 Prozent p. a.) und die Hochschulen relative geringe Einbußen (-2,0 Prozent p. a.) zu verzeichnen hatten. Nach 2005 kam es zu einer deutlichen, kontinuierlichen Ausweitung der staatlichen FuE-Finanzierung für Hochschulen und staatliche Forschungseinrichtungen (+3,7 bzw. +3,1 Prozent p. a.). Im Bereich der staatlichen Forschungseinrichtungen war der Pakt für Forschung und Innovation ein wesentlicher Treiber für diese Entwicklung. Er sieht einen Mittelaufwuchs von drei Prozent pro Jahr für die großen Forschungsorganisationen vor. Im Bereich der Hochschulen spielte neben der 2006 gestarteten Exzellenzinitiative auch die Ausweitung der Drittmittelfinanzierung eine große Rolle (siehe hierzu Abschnitt 4). Die staatlichen Mittel für FuE in Unternehmen stiegen dagegen nach 2005 nur sehr leicht um +0,4 Prozent p. a. an.

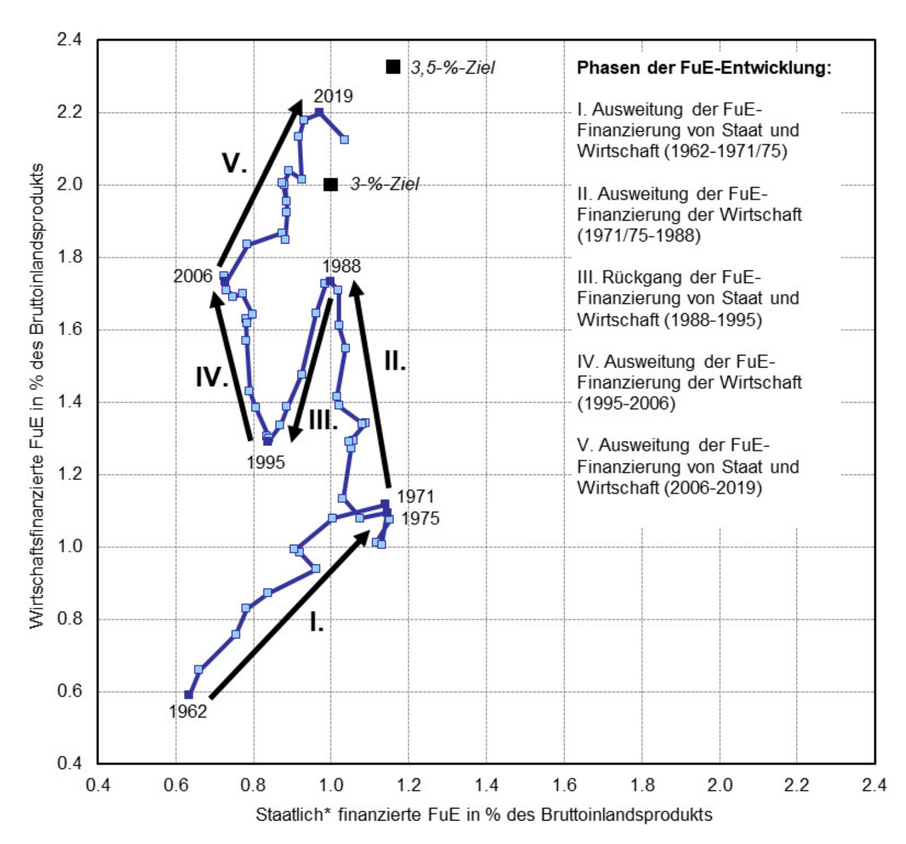


Abb. 3: Finanzierungsbeitrag von Staat und Wirtschaft zur gesamtwirtschaftlichen FuE-Quote in der BRD bzw. Deutschland 1962–2020
Bis 1989: BRD, ab 1990: Deutschland. Angaben auf Basis der Geberstatistik (Tab. 1.1.2 des BMBF-Datenportals) umgerechnet auf Angaben auf Basis der Durchführungsstatistik (Tab. 1.1.1 des BMBF-Datenportals), dadurch Abweichungen zu Abbildung 2 auf Basis der Geberstatistik.* inklusive FuE-Finanzierung durch private gemeinnützige Einrichtungen (ca. 1,2 Prozent der FuE-Finanzierung des Staates im Durchschnitt des betrachteten Zeitraums). Wert für 2020 geschätzt auf Basis der Angaben zur FuE-Finanzierung von Staat und Wirtschaft lt. Tab. 1.1.1.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1 und 1.1.2; Bundesbericht Forschung (verschiedene Jahrgänge)

Über den gesamten Zeitraum betrachtet, lag die staatliche FuE-Finanzierung für Unternehmen im Jahr 2020 real gerechnet um 44 Prozent unter dem Niveau von 1991, während die Hochschulen eine reale Steigerung von 1991 bis 2020 um 90 Prozent und die staatlichen Forschungseinrichtungen von 63 Prozent verbuchen konnten. Die rückläufige staatliche FuE-Finanzierung an die Wirtschaft ist im Wesentlichen durch die Verringerung der FuE-Finanzierungsbeiträge des Verteidigungsministeriums (BMVg) bedingt. 2020 lagen diese in konstanten Preisen gerechnet

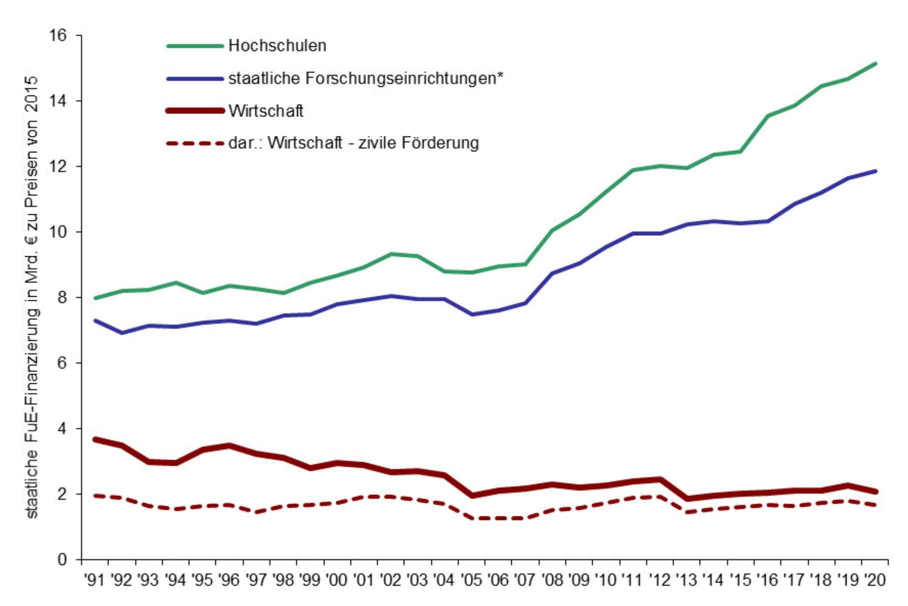


Abb. 4: Hauptempfängergruppen der staatlichen FuE-Finanzierung in Deutschland 1991–2020
* inklusive andere überwiegend öffentlich finanzierte Forschungseinrichtungen.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1 und 1.1.8

um 77 Prozent unter dem Niveau von 1991. Die zivile staatliche FuE-Finanzierung an die Wirtschaft nahm im selben Zeitraum real um 2,3 Prozent p. a. ab und lag 2020 um 14 Prozent unter dem Niveau von 1991.

Die staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen erfolgt primär im Rahmen der Förderung konkreter FuE-Projekte auf Basis eines Antrags- und Bewilligungsverfahrens sowie über FuE-Aufträge staatlicher Stellen an Unternehmen. Eine steuerliche FuE-Förderung existierte in Deutschland im betrachteten Zeitraum nicht. Die 2020 eingeführte Forschungszulage wird erst ab dem Jahr 2022 zu Auszahlungen an Unternehmen führen. Die statistische Erfassung der staatlichen FuE-Finanzierung von Unternehmen erfolgt über zwei Wege: Im Rahmen der FuE-Statistik in der Wirtschaft (FuE-Erhebung des Stifterverbands) werden die Finanzierungsquellen der getätigten FuE-Ausgaben erfasst (Durchführungsstatistik). Im Rahmen der amtlichen Statistik für den Bundesbericht Forschung und Innovation wird der Umfang der bewilligten und ausbezahlten Fördermittel und FuE-Aufträge des Bundes, die an Einrichtungen der gewerblichen Wirtschaft gingen, erfasst (Geberstatistik). In der gesamtwirtschaftlichen FuE-Statistik wurden bis 2004 die Angaben aus der Geberstatistik (inklusive Förderungen und FuE-Aufträge der 16 Länder an Unternehmen) zugrunde gelegt. Nach einer Übergangsphase werden ab 2011 die Angaben aus der Durchführungsstatistik herangezogen.

Der Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung durch Bund und Länder an den gesamten internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Deutschland lag 1991 bei 10,1 Prozent und erreichte 1996 einen Höchstwert von 10,5 Prozent (Abbildung 5). Danach ging er stetig auf 3,4 Prozent im Jahr 2013 zurück. Seither bewegt er sich etwa auf diesem Niveau und lag 2020 bei 3,2 Prozent. Auf Basis der Geberstatistik (nur Bund) zeigt sich für 2019 und 2020 allerdings ein deutlicher Anstieg der staatlichen Finanzierung von Unternehmens-FuE. Im Jahr 2020 spielten hierfür FuE-Förderungen für die Entwicklung von Impfstoffen und Therapien im Zusammenhang mit Covid-19 eine große Rolle. Warum sich diese zusätzliche staatliche FuE-Finanzierung nicht in der Durchführungsstatistik zeigt, ist nicht bekannt.

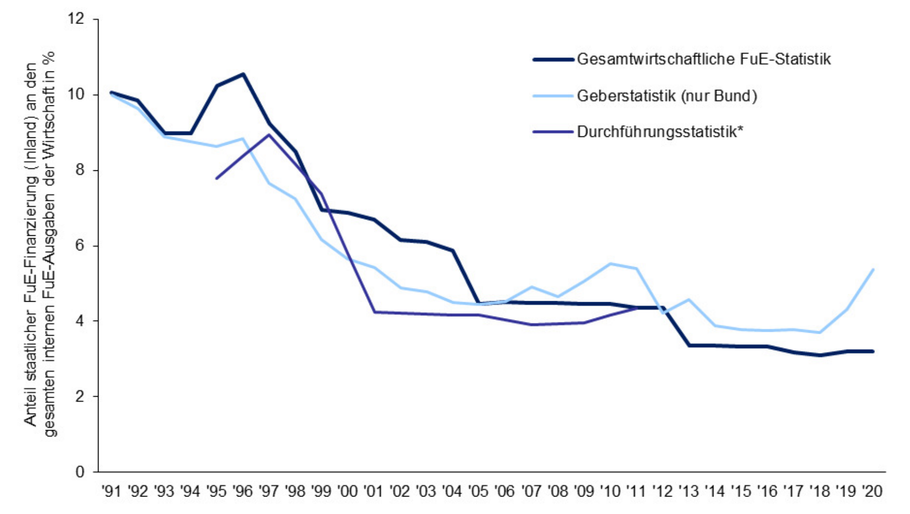


Abb. 5: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung durch Bund und Länder an den gesamten internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft 1991–2014

* Angaben aus der Durchführungsstatistik (FuE-Erhebung des Stifterverbands) liegen nur für ungerade Berichtsjahre vor, ab 2011 entsprechen die Werte der gesamtwirtschaftlichen FuE-Statistik jenen der Durchführungsstatistik.

Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1 und 1.1.8; Stifterverband, FuE-Erhebung (verschiedene Jahrgänge)

Die Verteilung der staatlichen FuE-Finanzierung von Unternehmen nach Förderarten hat sich in den vergangenen 30 Jahren deutlich verändert. Auf Basis der Geberstatistik des Bundes hat nach 2005 vor allem die Förderung ziviler FuE-Projekte im Rahmen der direkten Projektförderung (das heißt über thematische Programme) sowie über zivile FuE-Aufträge merklich an Bedeutung gewonnen. Vor allem in den Jahren 2018 bis 2020 kam es zu einer erheblichen Ausweitung dieser FuE-Förderungen.

Der Umfang der technologieoffenen Förderung, die im Wesentlichen über das Programm ZIM und seine Vorgängerprogramme erfolgt, war bis 2005 bei einem Niveau von rund 0,3 Milliarden Euro pro Jahr (in Preisen von 2015) stabil und stieg danach bis 2011 deutlich auf über 0,8 Milliarden Euro an. Dahinter steht die Verdoppelung der ZIM-Mittel im Rahmen der konjunkturstabilisierenden Programme nach der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/09. Ab 2012 belaufen sich die technologieoffenen FuE-Förderungen auf rund 0,6 Milliarden Euro pro Jahr.

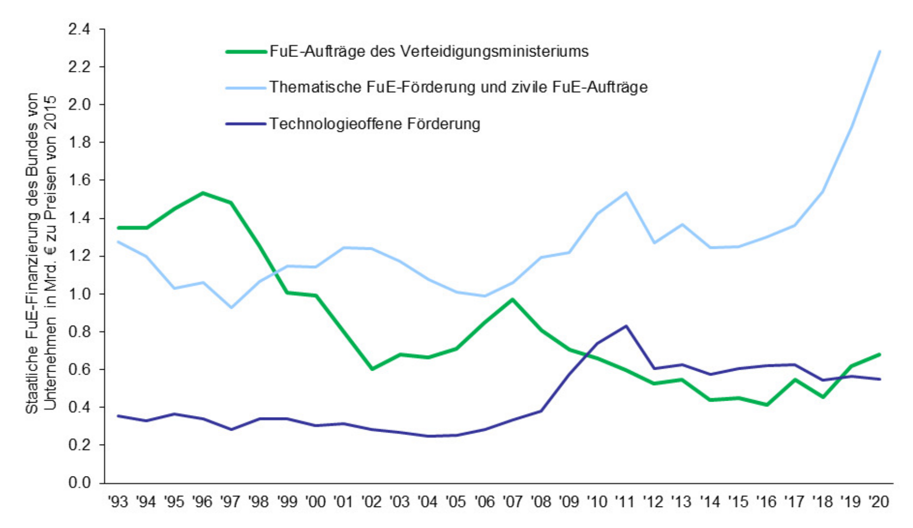


Abb. 6: FuE-Finanzierung von Unternehmen durch den Bund 1993–2020 nach Förderarten
»Technologieoffene Förderung«: FuE-Projektförderung im Rahmen von ZIM und Vorgängerprogrammen, IGF und anderen technologieoffenen Programmen des Bundes.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1, 1.1.8. und 1.1.9

Tendenziell rückläufig waren dagegen die militärischen FuE-Aufträge. Sie wiesen 1995–1997 ein höheres Volumen als alle zivilen FuE-Förderungen zusammen auf, gingen bis 2002 jedoch erheblich zurück auf einen Anteilswert von 28 Prozent (circa 0,6 Milliarden Euro). Nach einem erneuten Anstieg bis 2007 auf knapp 1,0 Milliarden Euro folgte eine erneute Periode rückläufiger militärischer FuE-Aufträge, die 2016 (circa 0,4 Milliarden Euro) ihr Ende fand. Seither ist wieder ein Anstieg festzustellen (2020: knapp 0,7 Milliarden Euro). Der Anteil der militärischen FuE-Aufträge an der gesamten Finanzierung von Unternehmens-FuE durch den Bund liegt seit 2011 recht stabil bei rund einem Fünftel.

4. Institutionelle Förderung bleibt Hauptsäule der FuE-Finanzierung

Die staatliche FuE-Finanzierung durch den Bund teilt sich im Wesentlichen auf die beiden Finanzierungsformen der institutionellen Förderung und der Projektförderung (inklusive Auftragsforschung) auf. Die institutionelle Förderung betrifft in erster Linie die Mittel, die Forschungsorganisationen im Rahmen der gemeinsame Forschungsförderung von Bund und Ländern zur Verfügung gestellt werden. Dabei erhalten zum einen Organisationen, die selbst FuE betreiben, eine institutionelle Förderung (insbesondere Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Zentren, Leibniz-Gemeinschaft). Ebenfalls als institutionelle Förderung werden die Mittel verbucht, die der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Verfügung gestellt und im Rahmen wettbewerblicher Verfahren über Projekt- und Programmförderungen an Einrichtungen und Personen in der Wissenschaft vergeben werden. Außerdem gibt es eine institutionelle Förderung von FuE an Hochschulen durch den Bund (Bundeswehruniversitäten, Mittel für Hochschulbau, Sonderprogramme) sowie von internationalen Organisationen und zwischenstaatlichen Forschungseinrichtungen.

Betrachtet man die Mittel, die an FuE durchführende staatliche Forschungseinrichtungen gehen, so stieg der Anteil dieser Förderart von 32,4 Prozent im Jahr 1991 auf 38,8 Prozent im Jahr 2005 an (Abbildung 7). Ab 2006 sank dieser Anteil zunächst auf 34,6 Prozent (2011), nahm bis 2018 aber wieder auf 39,2 Prozent zu. In den Jahren 2019 bis 2021 ist wieder ein Rückgang festzustellen (2021: 33,0 Prozent). Der Anteil der institutionellen Förderung von FuE an Hochschulen fiel von einem Höchstwert im Jahr 1993 (4,9 Prozent) auf den bisherigen Tiefstwert von 1,5 Prozent im Jahr 2021. Die Beiträge des Bundes für internationale wissenschaftliche Organisationen und zwischenstaatliche Forschungseinrichtungen wiesen ebenfalls im Jahr 1993 den höchsten (9,6 Prozent) und im Jahr 2021 den niedrigsten Wert auf (5,5 Prozent).

Der Anteil der direkten Projektförderung (inklusive Auftragsforschung und DFG-Mittel) an der gesamten FuE-Finanzierung des Bundes nahm von 56,2 Prozent im Jahr 1991 auf 49,9 Prozent im Jahr 2005 ab und steigt seither tendenziell wieder an. 2021 übertraf er mit 60,0 Prozent erstmals den Wert aus dem Jahr 1991. Innerhalb der Projektförderung kam es zu einer deutlichen Verschiebung von militärischen FuE-Aufträgen zur zivilen FuE-Projektförderung und Auftragsforschung. Der Anteil der militärischen FuE-Aufträge fiel von 16,8 Prozent (1991) auf 4,6 Prozent (2016), erhöhte sich bis 2021 aber wieder auf 6,4 Prozent. Der Anteil der zivilen FuE-Projektförderung und Auftragsforschung wies 1997 den niedrigsten Wert der vergangenen 30 Jahre auf (27,3 Prozent) und nahm bis 2011 auf 43,4 Prozent zu. Einem Rückgang bis 2017 (38,7 Prozent) folgte ein erneuter Anstieg bis 2021 (45,7 Prozent). Der Anteil der DFG-Mittel (ohne Exzellenzinitiative) an den

gesamten FuE-Ausgaben des Bundes stieg von 4,5 Prozent (1991) auf 8,5 Prozent (2005) und ging danach auf bis zu 7,0 Prozent (2010, 2011, 2020) zurück. 2021 kam es zu einem deutlichen Mittelaufwuchs, sodass der Anteilswert auf 7,9 Prozent zunahm.

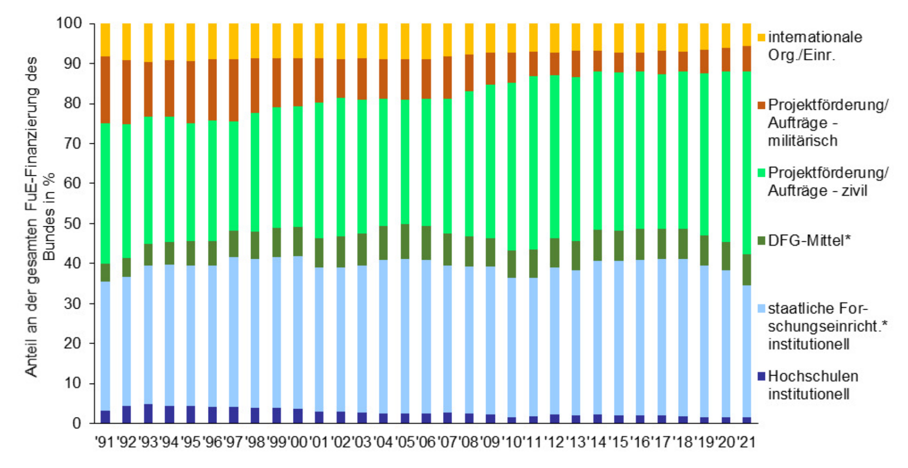


Abb. 7: Zusammensetzung der FuE-Finanzierung des Bundes 1995–2014 nach institutioneller Förderung und Projektförderung/Auftragsforschung
* ohne die der DFG zur Verfügung gestellten Mittel mit besonderer Zweckbestimmung (Exzellenz-Initiative).
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.7

Eine Aufteilung der staatlichen FuE-Finanzierung der Länder nach Förderart (institutionell, Projektförderung/Auftragsforschung) und nach Empfängergruppen wird in der FuE-Statistik nicht publiziert. Allerdings lässt sich durch die Zusammenführung der FuE-Statistik des Bundes mit der Hochschulstatistik zumindest eine ungefähre Aufteilung nach institutioneller Förderung und Projektförderung/Auftragsforschung vornehmen. Demnach entfielen im Jahr 2020 zumindest 80 Prozent der gesamten, von den Ländern bereitgestellten Mittel für FuE auf die institutionelle Förderung (Abbildung 8). Nicht enthalten in diesem Anteil ist die institutionelle Förderung von Landesforschungseinrichtungen. 68 Prozent der gesamten staatlichen FuE-Finanzierung der Länder im Jahr 2020 wurde für die institutionelle Förderung von FuE in Hochschulen bereitgestellt, zwölf Prozent für die institutionelle Förderung staatlicher Forschungseinrichtungen im Rahmen der Gemeinsamen Forschungsförderung von Bund und Ländern und fünf Prozent für die Mittelbereitstellung an die DFG. Der Anteil der institutionellen Förderung nahm von 1995 bis 2018 tendenziell zu und lag 2018 bei über 85 Prozent. 2019 und 2020 ist allerdings ein Rückgang zu beobachten.

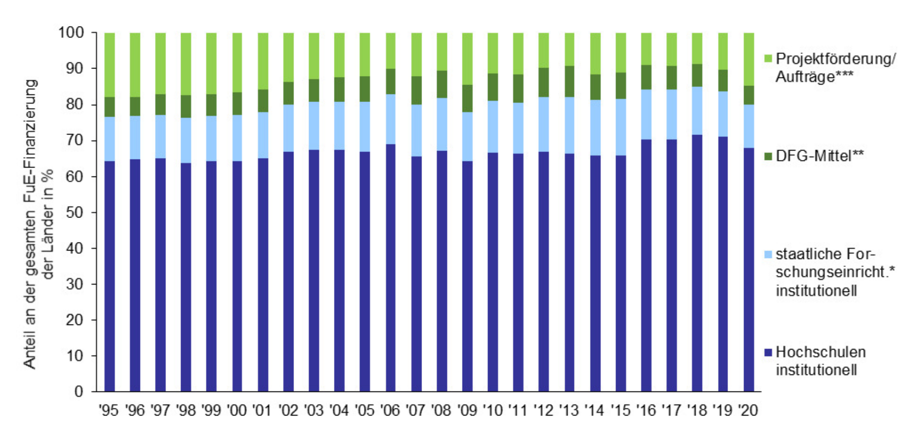


Abb. 8: Zusammensetzung der FuE-Finanzierung der Länder 1995–2020 nach Förderart
* im Rahmen der Gemeinsamen Forschungsförderung von Bund und Ländern, ohne institutionelle Förderung von Landesforschungseinrichtungen.** ohne die der DFG zur Verfügung gestellten Mittel mit besonderer Zweckbestimmung (Exzellenz-Initiative).*** inklusive institutionelle Förderung von Landesforschungseinrichtungen.*Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1, 1.1.7, 1.2.2, 1.2.4; Destatis, Fachserie 11, Reihe 4.3.2, Tab. 4.1.1*

Fasst man die FuE-Finanzierung von Bund und Ländern zusammen, so zeigen sich für die drei Finanzierungsformen institutionelle FuE-Förderung von Hochschulen, institutionelle FuE-Förderung von staatlichen Forschungseinrichtungen und FuE-Projektförderung relativ ähnliche Anteilswerte, die über die Zeit im Wesentlichen stabil sind. Auf die Projektförderung und Auftragsforschung entfiel in jedem Jahr von 1995 bis 2020 der größte Anteilswert, er schwankt zwischen 35 und 40 Prozent (Abbildung 9). Die institutionelle Förderung von Hochschulen machte zwischen 29 und 34 Prozent der gesamten staatlichen FuE-Finanzierung aus und die institutionelle Förderung von Forschungseinrichtungen zwischen 29 und 33 Prozent. Betrachtet man die Periode seit der Trendwende der staatlichen FuE-Finanzierung im Jahr 2006, so hat der Anteil der Projektförderung von 35,6 auf 40,4 Prozent zugenommen. Spiegelbildlich nahm der Anteil der institutionellen Förderung von Hochschulen von 32,6 auf 29,7 Prozent und der staatlichen Forschungseinrichtungen von 31,8 auf 29,8 Prozent ab. Allerdings fand diese Entwicklung nicht kontinuierlich statt. Der Anteil der Projektförderung stieg zunächst bis 2011, nahm danach bis 2018 wieder ab und erst in den jüngsten Jahren erneut zu. Für 2021 ist ein weiterer Anstieg wahrscheinlich, da der Bund die FuE-Projektförderung im Zusammenhang mit FuE-Aktivitäten zu Covid-19 in diesem Jahr deutlich ausgeweitet hat.

Der insgesamt relativ stabilen institutionellen FuE-Förderung von Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen steht ein steigender Drittmittelanteil der FuE-Ausgaben der beiden Gruppen von Wissenschaftseinrichtungen gegenüber. Dies bedeutet, dass die gesamten FuE-Ausgaben der Wissenschafts-

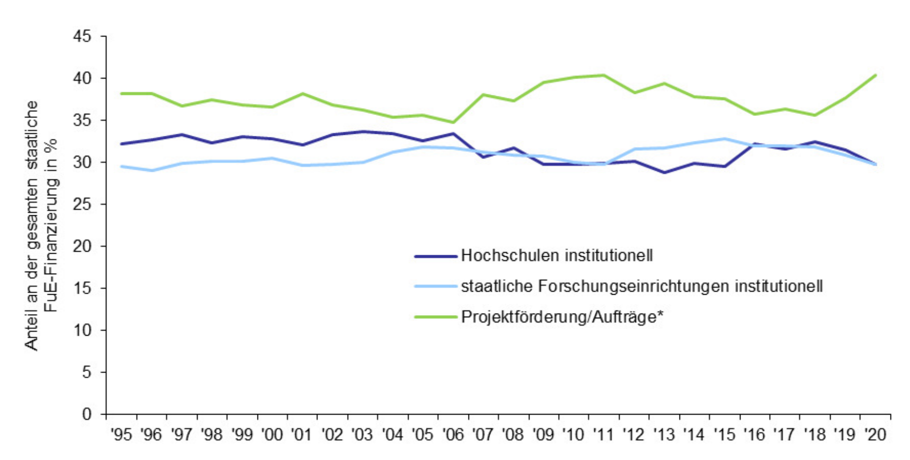


Abb. 9: Verteilung der staatlichen FuE-Finanzierung in Deutschland 1995–2020 nach Förderart
* inklusive DFG-Mittel und inklusive institutionelle Förderung von Landesforschungseinrichtungen.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1, 1.1.7, 1.2.2, 1.2.4; Destatis, Fachserie 11, Reihe 4.3.2, Tab. 4.1.1

einrichtungen rascher gestiegen sind als der Umfang der institutionellen Förderung durch den Staat. Im Bereich der Hochschulen stieg der Drittmittelanteil von 31 Prozent im Jahr 1995 über 40 Prozent im Jahr 2006 auf 51 Prozent im Jahr 2013 erheblich an (Abbildung 10). Seither ist ein leichter Rückgang auf 46 Prozent (2020) zu beobachten. Eine sehr ähnliche Entwicklung zeigt sich bei den vier großen staatlichen Forschungseinrichtungen Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft und Max-Planck-Gesellschaft, die rund drei Viertel der gesamten FuE-Ausgaben dieses Sektors repräsentieren.[1] Im Jahr 1995 lag der Drittmittelanteil bei 32 Prozent. Er stieg bis 2013 auf 41 Prozent und ging seither geringfügig zurück (2020: 39 Prozent).

5. Hohe Stabilität der thematischen Ausrichtung

Die thematische Ausrichtung der staatlichen FuE-Finanzierung (Bund und Länder) veränderte sich in den vergangenen 30 Jahren nur wenig. Dies gilt auch für den Zeitraum nach der Trendwende im Jahr 2006, als der Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung deutlich ausgeweitet wurde. Auf Basis der in der internationa-

1 Die FuE-Statistik weist den Drittmittelanteil der FuE-Ausgaben der staatlichen Forschungseinrichtungen nicht direkt aus. Für diesen Beitrag wurde er anhand des Anteils der gesamten Einnahmen abzüglich der Einnahmen aus der institutionellen Förderung durch Bund und Länder an den gesamten Einnahmen ermittelt. Diese Angaben stehen nur für die vier großen Forschungseinrichtungen Fraunhofer, Helmholtz, Leibniz und Max-Planck zur Verfügung.

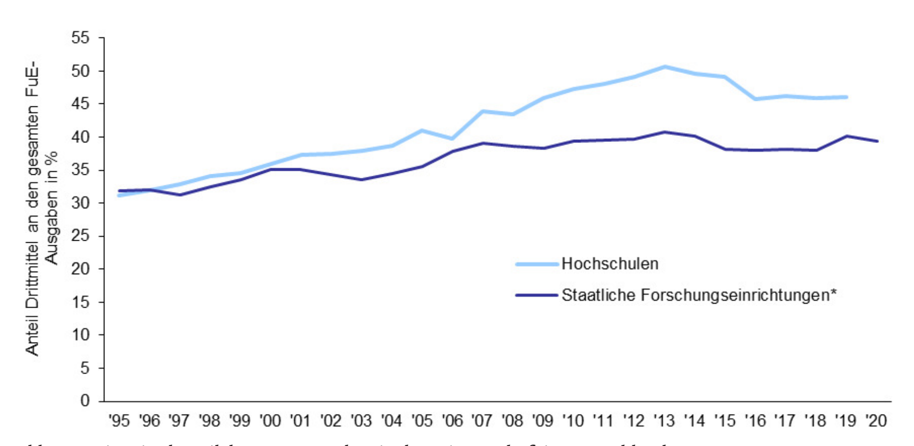


Abb. 10: Drittmittelanteil der FuE-Ausgaben in der Wissenschaft in Deutschland 1995–2020
* nur die vier großen Forschungsorganisationen Fraunhofer, Helmholtz, Leibniz und Max-Planck.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.1, 1.2.2; Destatis, Fachserie 11, Reihe 4.3.2, Tab. 4.1.1.; Destatis Fachserie 14, Reihe 3.6, Tab. 3.1, 4.1

len FuE-Statistik angewendeten Gliederung nach **thematischen Forschungszielen**, die mit der staatlichen FuE-Finanzierung verfolgt werden (OECD 2018: 396), entfiel der größte Teil auf Hochschulmittel, das heißt die institutionelle Förderung der Forschung an Hochschulen sowie andere thematisch nicht eingegrenzte Mittel (zum Beispiel im Rahmen der Exzellenzinitiative). Im Zeitraum 1991 bis 2021 gingen zwischen 33 und 42 Prozent der gesamten staatlichen FuE-Finanzierung in diesen Bereich, mit einem bis 2016 ansteigenden Trend (Abbildung 11). Der zweitgrößte Anteil entfällt auf die sogenannte »nicht zielorientierte« Forschung. Dies betrifft Mittel für Forschungsvorhaben, deren Inhalt im Rahmen der Mittelbereitstellung nicht eingegrenzt wird, insbesondere Mittel für die DFG und für die Grundlagenforschung in staatlichen Forschungseinrichtungen. Ihr Anteil liegt zwischen 14 und 17 Prozent, ohne dass sich ein klarer Trend zeigt. Der drittgrößte Block ist die Finanzierung von FuE zu Produktivitätssteigerung und Technologieentwicklung in der Wirtschaft (zwischen 11 und 15 Prozent, ohne klaren Trend). Darunter fallen unter anderem Forschungsprogramme im Bereich Produktionstechnologie, die auf industrielle Anwendungen ausgerichtete FuE in staatlichen Forschungseinrichtungen (zum Beispiel Fraunhofer-Gesellschaft, aber auch Teile der in Helmholtz-Zentren betriebenen FuE) sowie die staatliche Förderung von FuE in Unternehmen, zum Beispiel das Programm ZIM.

Jeweils etwa vier bis sechs Prozent der staatlichen FuE-Finanzierung wurde pro Jahr für die Zielbereiche Umwelt und Weltraum bereitgestellt. Für beide zeigt sich ein leicht rückläufiger Trend. Seit Mitte der 2000er Jahre zugenommen hat dagegen der Anteil der thematischen Zielbereiche Energie (2005: 2,8 Prozent, 2021: 6,0

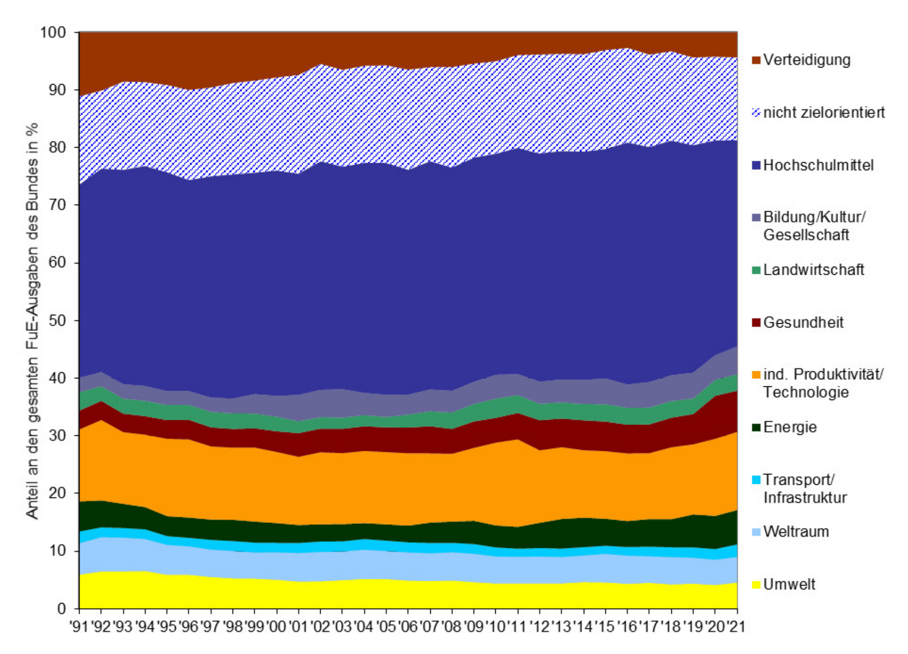


Abb. 11: Zusammensetzung der staatlichen FuE-Finanzierung in Deutschland 1991–2021 nach thematischen Forschungszielen
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.2.3

Prozent), Gesundheit (2005: 4,3 Prozent, 2021: 7,1 Prozent) sowie gesellschaftsbezogene Forschung (inklusive Bildung, Soziales, Politik; 2006: 3,5 Prozent, 2021: 4,8 Prozent). Der Anteil von FuE zu Verteidigungszielen hat seit 1991 (11,1 Prozent) erheblich abgenommen und sank bis 2016 auf 2,7 Prozent. Seither ist wieder ein Anstieg zu beobachten (2021: 4,3 Prozent).

Im Zeitraum seit der Trendwende hin zu höheren staatlichen FuE-Ausgaben wurden die staatlichen FuE-Mittel für Energieforschung (+8,5 Prozent durchschnittliche jährliche Wachstumsrate zu konstanten Preisen zwischen 2005 und 2021), Gesundheitsforschung (+6,9 Prozent) und FuE zu Landwirtschaft (+6,7 Prozent) deutlich stärker ausgeweitet als die FuE-Mittel insgesamt (+3,6 Prozent; vergleiche Abbildung 12). Überproportionale Zuwächse gab es außerdem für die Forschungsziele Bildung/Kultur/Politik (+5,1 Prozent), Verkehr (+4,8 Prozent) und Produktivität/industrielle Technologien (+4,1 Prozent). Die niedrigsten Wachstumsraten weisen die Forschungsziele Verteidigung (+1,8 Prozent), Umwelt (+2,8 Prozent) und Weltraum (+3,0 Prozent) auf. Tendenziell sind jene Forschungsziele im Zeitraum 2005–2021 überdurchschnittlich stark ausgestattet worden, die bereits in der Periode 1991–2005 ein überdurchschnittliches Wachstum aufwiesen.

Wesentliche Ausnahmen von diesem Muster sind die Zielbereich Energie und Landwirtschaft.

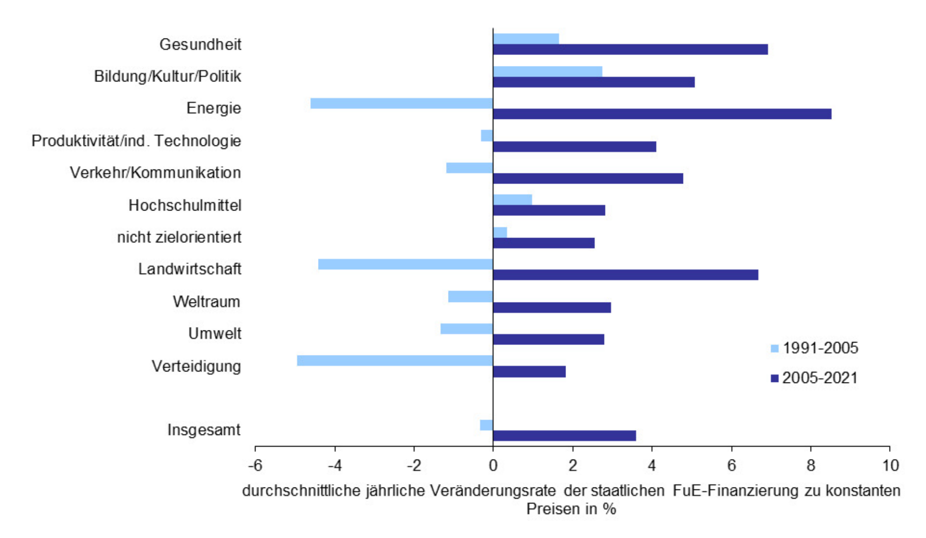


Abb. 12: Veränderung der staatlichen FuE-Finanzierung in Deutschland 1991–2005 und 2005–2021 nach thematischen Forschungszielen
Reihenfolge der Forschungsziele entsprechend der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate im Zeitraum 1991–2021.
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.2.3

Die Wachstumsraten einzelner Forschungsziele geben jedoch nur zum Teil die Gewichtsverschiebungen in den inhaltlichen Schwerpunkten der staatlichen FuE-Finanzierung wieder, da Zielbereiche, die von einem sehr geringen Niveau startend mit zusätzlichen Mitteln versorgt wurden, sehr hohe Wachstumsraten aufweisen, ohne dass diese Zielbereiche zu den Prioritäten der FuE-Finanzierung zählen. Ein Indikator, der die Gewichtsverschiebungen besser zeigt, ist der Anteil eines Forschungsziels am gesamten Zuwachs der staatlichen FuE-Finanzierung zwischen 2005 und 2021. Der größte Teil dieser zusätzlichen FuE-Mittel von rund 15 Milliarden Euro (zu Preisen von 2015) wurde für die Finanzierung von FuE an Hochschulen bereitgestellt (29,7 Prozent; vgl. Abbildung 13). Auf den Zielbereich Produktivität/industrielle Technologien entfielen 14,9 Prozent des Zuwachses und auf die nicht zielorientierte Forschung 11,1 Prozent. Erst danach folgen die Zielbereiche mit den höchsten Wachstumsraten, nämlich Gesundheit (10,9 Prozent), Energie (10,1 Prozent), Bildung/Kultur/Politik (6,1 Prozent) und Landwirtschaft (4,3 Prozent). Die niedrigsten Anteile am Zuwachs der staatlichen FuE-Finanzierung

weisen die Zielbereiche Umwelt (3,8 Prozent), Verkehr (2,7 Prozent) und Verteidigung (2,5 Prozent) auf.

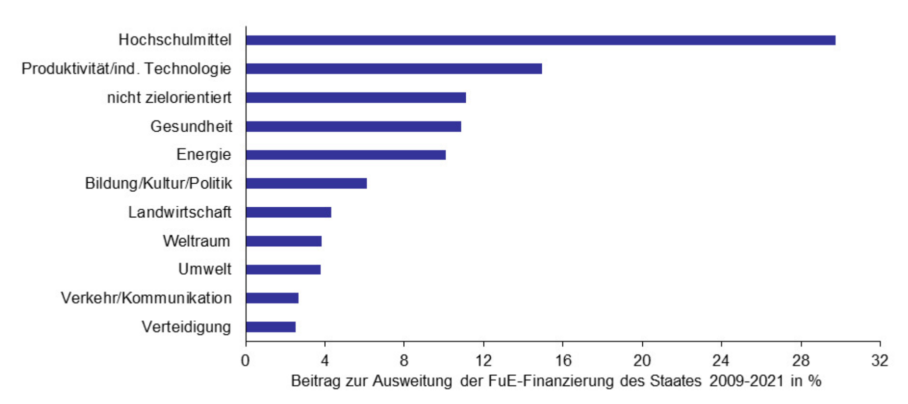


Abb. 13: Beitrag von thematischen Forschungszielen zur Ausweitung der FuE-Finanzierung des Bundes 2009–2021
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.2.3

Neben den Forschungszielen bietet die FuE-Statistik auch eine Gliederung der staatlichen FuE-Ausgaben nach **Technologiefeldern und Forschungsgebieten** an. Diese liegt allerdings nur für die FuE-Finanzierung des Bundes vor. Gleichwohl bilden diese Angaben die technologische Ausrichtung der staatlichen FuE-Finanzierung in Deutschland sehr gut ab, da die FuE-Ausgaben der Länder zum allergrößten Teil in die institutionelle Finanzierung von FuE an Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen sowie in die Finanzierung der DFG fließen und somit nicht explizit auf bestimmte Technologiefelder und Forschungsgebiete ausgerichtet sind. Die Entwicklung der thematischen Ausrichtung der FuE-Finanzierung des Bundes kann für den Zeitraum bis 2008 und den Zeitraum ab 2009 betrachtet werden, da mit dem Jahr 2009 die Statistik auf einer neuen Methodik beruht, bei der unter anderem die zuvor separat ausgewiesene institutionelle Förderung des Bundes einzelnen Technologiefeldern und Forschungsgebieten zugeordnet wird. Außerdem wurde die Gliederung der Technologiefelder und Forschungsgebiete angepasst.

Im Zeitraum 2009–2021 stiegen die FuE-Ausgaben des Bundes in 21 der 22 unterschiedenen Technologiefelder bzw. Forschungsgebiete inflationsbereinigt an (Abbildung 14). Einzig für den Bereich Produktionstechnologien gab es einen realen Rückgang der FuE-Finanzierung. Die höchste Wachstumsrate weist der heterogene Bereich »Rahmenbedingungen/Querschnittsaktivitäten« auf, zu dem unter anderem die Maßnahmen Unternehmen Region, Spitzencluster und andere Programme im Bereich Wissenstransfer zählen. Überdurchschnittlich

hohe Zuwachsraten zeigen außerdem die Bereiche Verkehrstechnologien, Energietechnologien, Gesundheitsforschung/-technologien, Arbeitsbedingungen/Dienstleistungsforschung, Raumordnung/Bautechnologien und Nano-/Werkstofftechnologien. Den geringsten Anstieg weist der Bereich Biotechnologie/Bioökonomie auf.

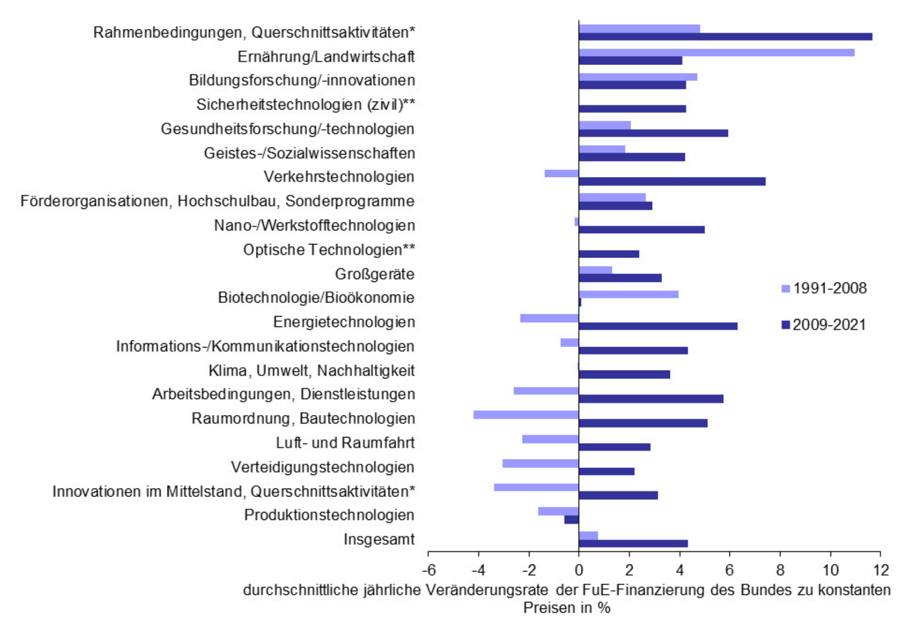


Abb. 14: Veränderung der FuE-Finanzierung des Bundes 1991–2008 und 2009–2021 nach Technologiefeldern/Forschungsgebieten

** Sicherheitstechnologien (zivil) und optische Technologien für 1991–2008 nicht gesondert ausgewiesen.

Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.5.; Bundesbericht Forschung und Innovation (verschiedene Jahrgänge)

In absoluten Zahlen entfällt der größte Teil des Zuwachs der FuE-Finanzierung des Bundes seit 2009 auf den Bereich Gesundheitsforschung/-technologien (19,3 Prozent), gefolgt von Energietechnologien (10,7 Prozent), Rahmenbedingungen/Querschnittsaktivitäten (9,7 Prozent) sowie die Bereiche Klima/Umwelt/Nachhaltigkeit, Luft-/Raumfahrt, Informations-/Kommunikationstechnologien und Geistes-/Sozialwissenschaften (jeweils gut sechs Prozent; vergleiche Abbildung 15).

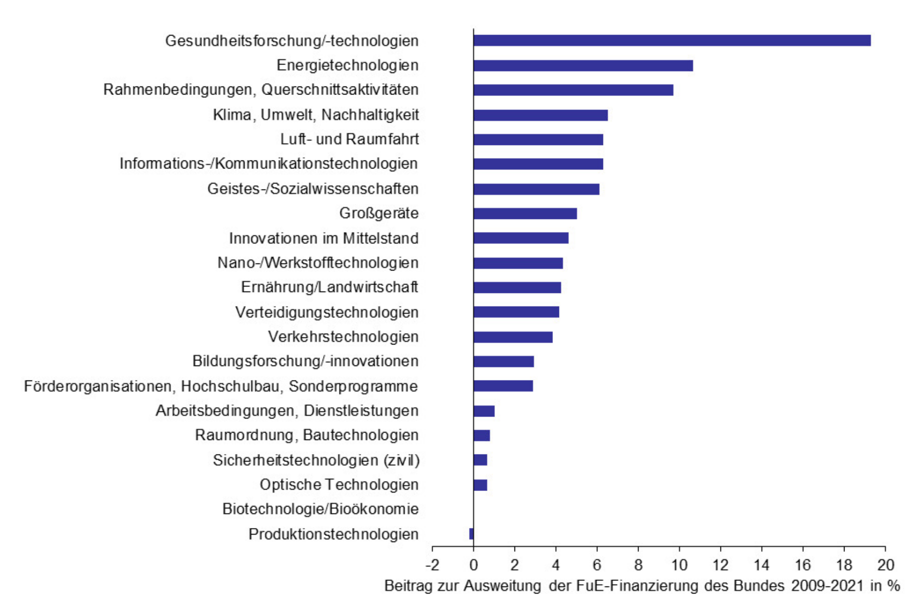


Abb. 15: Beitrag von Technologiefeldern/Forschungsgebieten zur Ausweitung der FuE-Finanzierung des Bundes 2009–2021
Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.5

6. Trend zur FuE-Förderung im Dienstleistungssektor

Eine weitere Dimension der thematischen Ausrichtung der staatlichen FuE-Finanzierung betrifft die Branchenverteilung der an Unternehmen gehenden FuE-Förderungen und -Aufträge. Sie spiegelt wider, welche sektoralen wirtschaftlichen Aktivitäten durch die staatliche FuE-Finanzierung unterstützt werden. Hierzu stehen aus der Geberstatistik Angaben für die FuE-Finanzierung von Unternehmen durch den Bund zur Verfügung. Aus der Durchführungsstatistik liegen Angaben für alle Formen der FuE-Finanzierung durch Gebietskörperschaften in Deutschland vor.

Die Bundesmittel für Unternehmens-FuE wiesen im Zeitraum 1996 bis 2018 einen klaren Trend in Richtung Dienstleistungssektor auf. Im Jahr 1996 gingen 81 Prozent dieser Mittel an Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und 16 Prozent an Dienstleistungsunternehmen (inklusive Baugewerbe), die verbleibenden drei Prozent an Energie- und Wasserversorgung, Entsorgung, Bergbau und Landwirtschaft (Abbildung 16). Im Jahr 2018 lag der Anteil des verarbeitenden Gewerbes bei nur noch 50 Prozent, während der Dienstleistungsanteil auf 36 Prozent gestiegen war. Der Trend hin zum Dienstleistungssektor war allerdings in den Jahren 2003 bis 2007 unterbrochen, als der Anteil des Fahrzeugbaus erheblich anstieg (von

19 auf 29 Prozent). In den jüngsten beiden Jahren 2019 und 2020 zeigt sich ebenfalls eine Abkehr von diesem Trend. 2019 nahm der Anteil der Elektroindustrie deutlich zu (von 16 Prozent im Jahr 2018 auf 23 Prozent im Jahr 2019). 2020 wurde die FuE-Finanzierung des Bundes für Unternehmen in der Chemie- und Pharmaindustrie sehr stark ausgeweitet (Anteilserhöhung von zwei auf zwölf Prozent), was im Zusammenhang mit FuE-Projekten zu Vakzinen und Therapeutika zu Covid-19 stand.

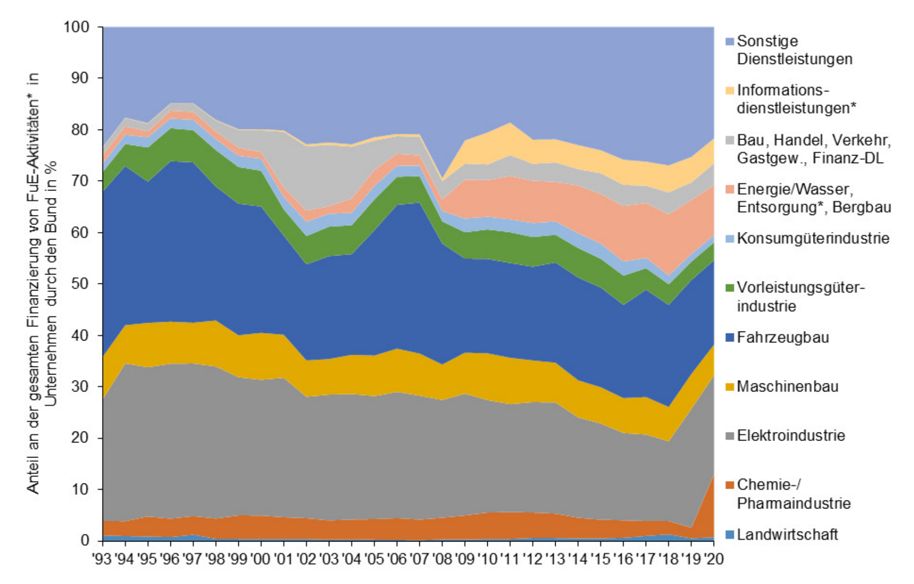


Abb. 16: Sektorale Verteilung der FuE-Finanzierung von Unternehmen durch den Bund 1995–2020 auf Basis der Geberstatistik

* Informationsdienstleistungen sowie Entsorgung vor 2008 größtenteils in »Sonstige Dienstleistungen« enthalten.

Quelle: BMBF-Datenportal, Tab. 1.1.9

Die Angaben aus der Durchführungsstatistik (FuE-Erhebung des Stifterverbands), die nur für ungerade Beobachtungsjahre vorliegen, zeigen eine wesentlich deutlichere Zunahme des Dienstleistungssektors als Empfänger von FuE-Finanzierung durch inländische staatliche Stellen. Sein Anteil stieg von 15,0 Prozent (1995) auf 53,1 Prozent (2017), sank 2019 jedoch auf 46,4 Prozent (Abbildung 17). Der Anteil des verarbeitenden Gewerbes nahm spiegelbildlich von 84,5 Prozent (1995) auf 47,3 Prozent (2017) ab und stieg 2019 auf 52,1 Prozent. Maßgeblich für die Abnahme des Anteils des verarbeitenden Gewerbes war der Fahrzeugbau, und hier wiederum der Luft- und Raumfahrzeugbau, der der wesentliche Empfänger von militärischer Auftragsforschung ist. 1995 gingen 58,7 Prozent der gesamten staatlichen FuE-Finanzierung an diese Branche, 2019 waren es

nur noch 7,0 Prozent. Stark gestiegen sind die Anteile der Dienstleistungssektoren FuE-Dienstleistungen (3,5 Prozent im Jahr 1995, 25,4 Prozent 2019) und der Informationsdienstleistungen (0,6 Prozent 1995, 9,9 Prozent 2019).

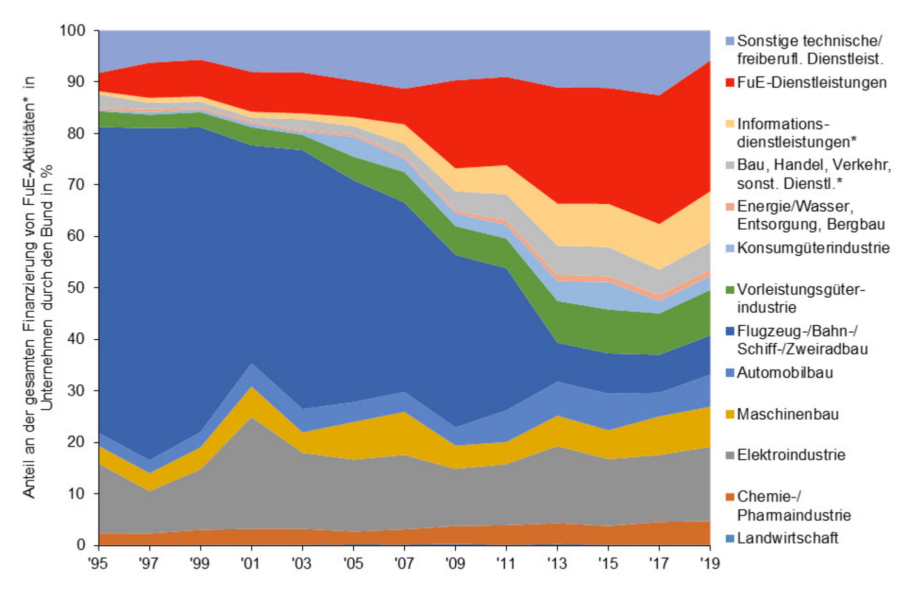


Abb. 17: Sektorale Verteilung der FuE-Finanzierung von Unternehmen durch Bund und Länder 1995–2019 auf Basis der Durchführungsstatistik

* Informationsdienstleistungen vor 2008 inklusive Wohnungswesen und Vermietung; Entsorgung vor 2008 größtenteils in »Bau, Handel, Verkehr, sonst. Dienstleist.« enthalten.

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebung

Die großen Unterschiede in der sektoralen Verteilung der staatlichen FuE-Finanzierung an Unternehmen zwischen Durchführungs- und Geberstatistik sind wohl in erster Linie auf unterschiedliche Sektorzuordnungen derselben Empfänger in den beiden Statistiken zurückzuführen. Dies kann teilweise daran liegen, dass die Durchführungsstatistik die Berichtseinheit Unternehmen betrachtet, während in der Geberstatistik die ausführende Stelle die Berichtseinheit ist. Der Umstand, dass die Durchführungsstatistik auch die FuE-Finanzierung durch die Länder beinhaltet, spielt für die Abweichungen kaum eine Rolle, da der Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung von Unternehmen durch die Länder gering ist.

Zusätzlich zu den FuE-Mitteln von Bund und Ländern erhalten Unternehmen in Deutschland auch Mittel von der EU sowie sonstigen internationalen Organisationen. Im Jahr 2019 trugen Fördermittel aus europäischen Programmen laut Durchführungsstatistik 0,45 Milliarden Euro zu den internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft bei (Stifterverband 2021: Tabelle 3.1.2). Dies entspricht in beiden Jah-

ren knapp 18,7 Prozent des Umfangs der FuE-Finanzierung durch Bund und Länder. Sonstige internationale Organisationen kamen auf einen Finanzierungsumfang, der 1,4 Prozent der FuE-Finanzierung durch Bund und Länder ausmachte. Im Vergleich zur FuE-Finanzierung durch den deutschen Staat ging 2019 ein überdurchschnittlich großer Teil der Mittel von EU und anderen internationalen Organisationen an den Luft- und Raumfahrzeugbau (23,7 Prozent) und rund 56 Prozent an andere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Die Informationsdienstleistungen erhielten demgegenüber nur 5,5 Prozent und die FuE-Dienstleistungen 11,0 Prozent.

Die sektorale Verteilung der staatlichen Finanzierung von FuE in der Wirtschaft unterscheidet sich deutlich von der sektoralen Zusammensetzung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft (siehe Abbildung 18) und weist auch andere Trends auf. Zwar hat in den vergangenen 25 Jahren der Anteil des Dienstleistungssektors an den gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft zugenommen (von 3,8 Prozent in 1995 auf 14,6 Prozent in 2019), er bleibt aber deutlich hinter dem hohen Anteil an der gesamten staatlichen FuE-Finanzierung der Wirtschaft zurück. Umgekehrt spiegelt sich die starke Zunahme des Strukturanteils des Automobilbaus an den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft von 21,7 auf 37,3 Prozent nicht in der Prioritätenverschiebung der staatlichen FuE-Finanzierung wider. Der starke Rückgang der staatlichen FuE-Finanzierung im Bereich Flugzeugbau ging einher mit einem Anteilsrückgang dieses Sektors an den gesamten FuE-Ausgaben, der jedoch erheblich schwächer ausfiel als der Rückgang bei der staatlichen FuE-Finanzierung.

Ein wesentlicher Grund für die abweichenden Schwerpunkte liegt darin, dass sich ein beträchtlicher Teil der FuE-Förderung von Unternehmen durch Bund und Länder nicht an Branchenabgrenzungen, sondern Technologiefeldern orientiert. Diese Technologiefelder sind für viele Branchen relevant. Die Förderung konzentriert sich dabei auf Unternehmen, die solche Technologien neu entwickeln und Anwender*innen bereitstellen. Diese Unternehmen sind meist den entsprechenden Technologiebranchen (zum Beispiel Elektronik) zugeordnet, auch wenn sich die Kunden der entwickelten Technologien in anderen Branchen (zum Beispiel Automobilbau, Maschinenbau) befinden. Auch sind viele dieser Technologieentwickler in Dienstleistungsbranchen tätig (FuE, Software, Ingenieurbüros). Die Prioritätensetzung der Forschungsförderung nach Technologiefeldern folgt zudem primär nach der aktuellen technologischen Entwicklungsdynamik sowie der erwarteten Bedeutung von Technologien für die künftige Innovationsentwicklung. Dadurch erhalten Technologien ein größeres Gewicht in der Förderung, die für das aktuelle Innovationsgeschehen und damit für die sektorale FuE-Dynamik eine geringe Rolle spielen.

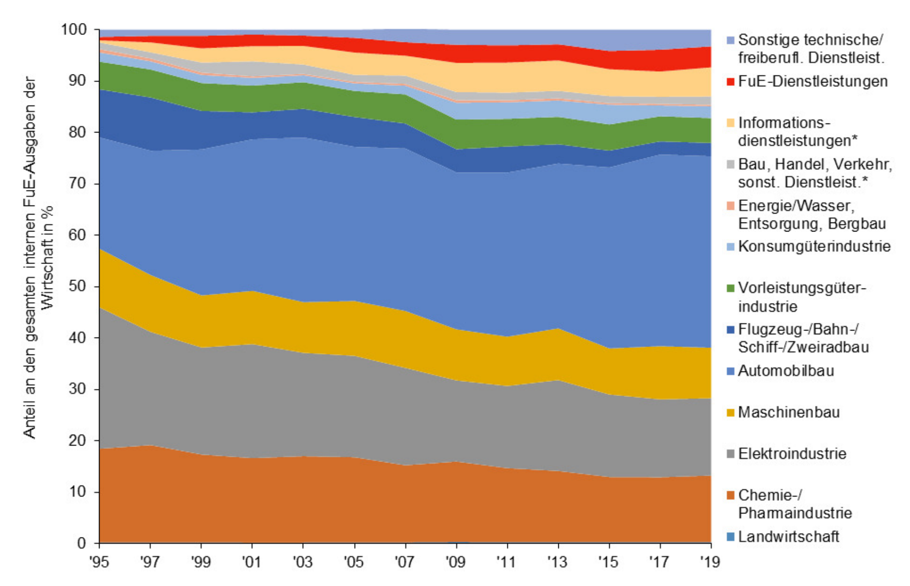


Abb. 18: Sektorale Verteilung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft 1995–2019
* Informationsdienstleistungen vor 2008 inklusive Wohnungswesen und Vermietung; Entsorgung vor 2008 größtenteils in »Bau, Handel, Verkehr, sonst. Dienstleist.« enthalten.
Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebung

7. Fokus auf kontinuierlich forschende Unternehmen

Auf Durchführungsseite liegen im Unternehmenssektor neben Angaben zum Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung auch Angaben zur Anzahl der Unternehmen vor, die eine staatliche finanzielle Förderung für FuE- oder Innovationsaktivitäten erhalten haben. Diese stammen aus der Innovationserhebung, beziehen sich jeweils auf einen dreijährigen Referenzzeitraum und werden jedes zweite Berichtsjahr erhoben. Ein Vorteil der Innovationserhebung ist, dass sie eine Verbindung zwischen FuE-/Innovationsförderung und der Art der Innovationstätigkeit erlaubt. Dabei kann zwischen Unternehmen mit kontinuierlicher FuE, gelegentlicher FuE und mit Innovationsaktivitäten ohne eigene FuE-Tätigkeit unterschieden werden. Vergleichbare Daten liegen ab dem Dreijahreszeitraum 2004–2006 vor.[2]

Im Zeitraum 2018–2020 erhielten rund 21.400 unterschiedliche Unternehmen eine Förderung für FuE- oder andere Innovationsaktivitäten durch den Staat

2 Für frühere Jahre ist die Anzahl der geförderten Unternehmen wegen methodischer Umstellungen in der Innovationserhebung (Änderungen in der Wirtschaftszweigsystematik, Nutzung des Unternehmensregisters anstelle von Fachstatistiken für die Hochrechnung der Erhebungsergebnisse auf die Grundgesamtheit) nicht vergleichbar.

(Bund, Länder, sonstige inländische staatliche Stellen, ausländische staatliche Stellen, EU und andere internationale Organisationen).[3] Diese Zahl liegt unter dem Höchstwert aus den Jahren 2008–2010, als 27.600 Unternehmen eine FuE-/Innovationsförderung erhalten haben. Gegenüber den drei vorangegangenen Referenzperioden (2012–2014, 2014–2016, 2016–2018) hat sich die Anzahl der geförderten Unternehmen dagegen kaum verändert, das heißt, die Reichweite der verschiedenen FuE- und Innovationsfördermaßnahmen blieb in Summe konstant (Abbildung 19). Ein merklicher Anstieg der Anzahl geförderter Unternehmen zeigt sich nur für den Beginn des Beobachtungszeitraums, als sie von circa 16.400 (2004–2006) und 25.300 (2006–2008) auf den Höchstwert in den Jahren 2008–2010 zunahm. Für diese Entwicklung waren zum einen Förderungen verantwortlich, die nicht explizit auf Innovationsvorhaben ausgerichtet waren, wie etwa Investitionszuschüsse oder Förderkredite für Investitions- oder Umweltmaßnahmen. Diese adressieren in erster Linie nicht FuE-aktive Unternehmen. Zum anderen wurden 2009 und 2010 die Förderungen im Rahmen von ZIM sowie der BMBF-Förderinitiative KMU-innovativ erheblich ausgeweitet.

Ebenfalls weitgehend konstant ist bereits seit der Referenzperiode 2008–2010 die Anzahl der geförderten Unternehmen, die kontinuierlich FuE betreiben. Sie stellt die größte Gruppe der Förderempfänger dar und umfasste 2008–2010 rund 13.800 Unternehmen. 2018–2020 waren es 13.700 , also fast exakt gleich viele. Dazwischen ging diese Zahl auf 11.900 in der Periode 2014–2016 zurück. Für die anderen beiden Gruppen von innovationsaktiven Unternehmen zeigt sich dagegen eine klar rückläufige Entwicklung. Die höchste Anzahl von geförderten Unternehmen mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit wurde 2010–2012 erreicht (circa 5.900), die niedrigste 2014–2016 und 2018–2020 (jeweils circa 3.300). Die höchste Anzahl von geförderten Unternehmen mit Innovationsaktivitäten ohne eigene FuE-Tätigkeit gab es 2006–2008 mit circa 10.900, die niedrigste 2018–2020 mit circa 4.500.

Die Verbreitung von FuE- und Innovationsförderungen lässt sich am Anteil der geförderten Unternehmen an allen Unternehmen feststellen. Für alle innovationsaktive Unternehmen zusammen lag dieser 2018–2020 bei 10,6 Prozent (Abbildung 20), das heißt, nur etwa jedes zehnte Unternehmen, das in diesem Dreijahreszeitraum Innovationsaktivitäten durchgeführt hat, hat zumindest für einzelne dieser Aktivitäten eine öffentlich Förderung erhalten. In der Gruppe der kontinuierlich forschenden Unternehmen sind öffentliche Förderungen deutlich weiter verbreitet, hier hatten 2018–2020 35 Prozent der Unternehmen eine Förderungen erhal-

3 Die Innovationsstatistik erfasst Unternehmen mit fünf oder mehr Beschäftigten im produzierenden Gewerbe und überwiegend unternehmensorientierten Dienstleistungen. Dieser Bereich der Wirtschaft deckt – auf Basis von Zahlen der FuE-Durchführungsstatistik – über 95 Prozent des Umfangs an staatlicher FuE-Finanzierung von Unternehmen durch Bund, Länder und EU ab.

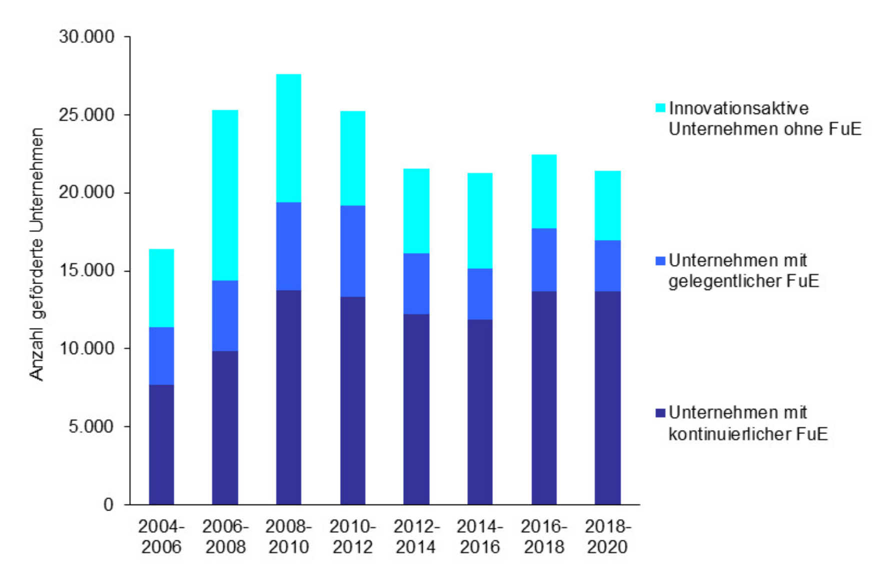


Abb. 19: Anzahl der Unternehmen mit öffentlicher finanzieller FuE-/Innovationsförderung in Deutschland 2004–2020 nach Art der Innovationstätigkeit
Unternehmen ab fünf Beschäftigte in den WZ-Abteilungen 5–39, 46, 49–53, 58–66, 69, 71–74, 78–82 und der WZ-Gruppe 70.2.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

ten. Von allen gelegentlich forschenden Unternehmen erhielten gut zehn Prozent eine öffentliche Förderung für FuE/Innovation. Innovationsaktive Unternehmen ohne interne FuE führen ihre Innovationsaktivitäten in der Regel ohne finanzielle Unterstützung durch die öffentliche Hand durch, 2018–2020 haben lediglich 3,4 Prozent eine solche Förderung erhalten.

Für die Gruppen der gelegentlich forschenden Unternehmen und der innovationsaktiven Unternehmen ohne interne FuE ging der Anteil der geförderten Unternehmen im vergangenen Jahrzehnt merklich zurück. In der Periode 2010–2012 erhielt noch knapp ein Viertel der gelegentlich forschenden Unternehmen eine finanzielle Unterstützung für FuE/Innovation. Bei den innovationsaktiven Unternehmen ohne interne FuE wurde der höchste Wert innerhalb des Beobachtungszeitraums 2006–2008 mit gut zwölf Prozent erreicht. Die staatliche FuE-/Innovationsförderung hat sich somit immer mehr auf die Förderung von Unternehmen mit hohen internen FuE-Kapazitäten konzentriert.

Dies zeigt sich auch am Anteil, den kontinuierlich forschende Unternehmen an allen Unternehmen mit staatlicher FuE-/Innovationsförderung ausmachen. Dieser stieg von 39 Prozent im Zeitraum 2006–2008 auf 64 Prozent im Zeitraum 2018–2020 (Abbildung 21). Der Anstieg zeigt sich insbesondere für Förderungen

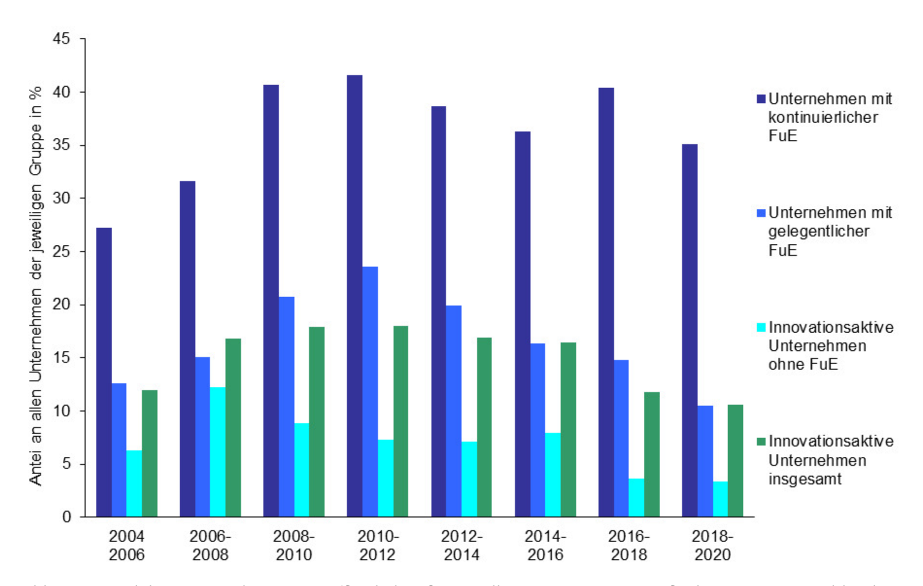


Abb. 20: Anteil der Unternehmen mit öffentlicher finanzieller FuE-/Innovationsförderung in Deutschland 2004–2020 nach Art der FuE-/Innovationstätigkeit
Unternehmen ab fünf Beschäftigte in den WZ-Abteilungen 5–39, 46, 49–53, 58–66, 69, 71–74, 78–82 und der WZ-Gruppe 70.2.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

durch das Bundeswirtschaftsministerium sowie für Förderungen durch Landesregierungen. Für FuE-/Innovationsförderungen des Bundesforschungsministeriums zeigt sich kein entsprechender Anstieg, diese richteten sich bereits Mitte der 2000er Jahre überwiegend an die Gruppe der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE.

Zusätzlich zur verstärkten Ausrichtung der FuE- und Innovationsförderung auf kontinuierlich forschende Unternehmen trägt die FuE- und Innovationsförderung auch zu einer Änderung der FuE- und Innovationstätigkeit der Unternehmen in Richtung kontinuierliche Forschung bei (Abbildung 22). Dies lässt sich daran ablesen, dass Unternehmen, die eine öffentliche FuE-/Innovationsförderung erhalten haben, zwei Jahre später häufiger kontinuierliche FuE-Aktivitäten aufweisen, als dies für die Gesamtheit der Unternehmen in Deutschland der Fall ist. Von den Unternehmen, die in der Ausgangsperiode kontinuierlich geforscht haben, weisen zwei Jahre später 73 Prozent weiterhin kontinuierliche FuE-Aktivitäten auf. Haben diese Unternehmen in der ersten Periode eine öffentliche FuE-/Innovationsförderung erhalten, steigt dieser Anteilswert allerdings auf 84 Prozent. In der Gruppe der Unternehmen mit gelegentlicher FuE weisen zwei Jahre später 25 Prozent kontinuierliche FuE-Aktivitäten auf. Bei Erhalt einer Förderung

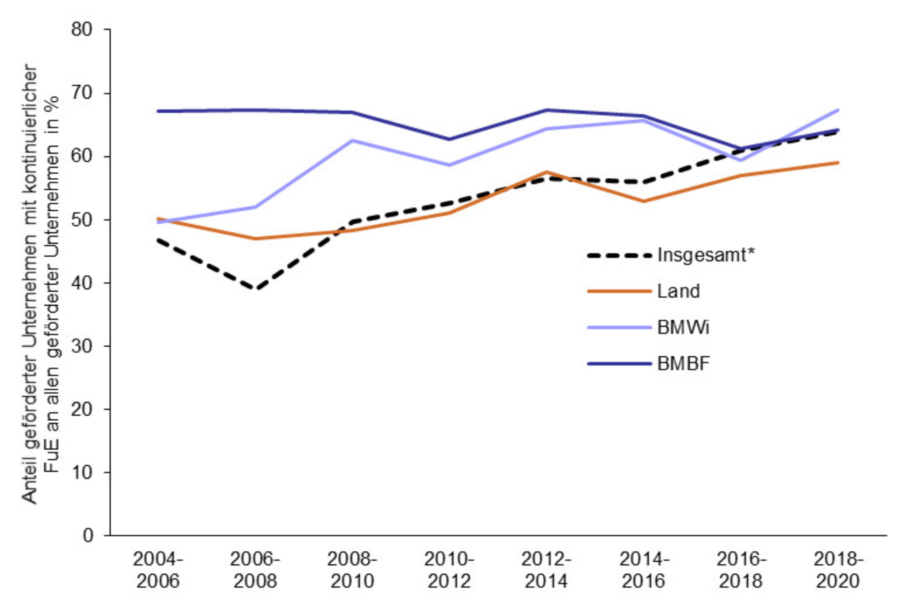


Abb. 21: Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen an allen Unternehmen mit öffentlicher finanzieller FuE-/Innovationsförderung in Deutschland 2004–2020 nach Fördermittelgeber
Unternehmen ab fünf Beschäftigte in den WZ-Abteilungen 5–39, 46, 49–53, 58–66, 69, 71–74, 78–82 und der WZ-Gruppe 70.2.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

ist dieser Anteilswert mit 42 Prozent merklich höher. Von den Unternehmen mit Innovationsaktivitäten, aber ohne interne FuE-Tätigkeit, nehmen zwei Jahre später acht Prozent kontinuierliche FuE-Aktivitäten auf. Im Fall einer Förderung sind es 18 Prozent.

8. Fazit

Die Analyse der Statistik zur staatlichen Finanzierung von FuE in Deutschland zeigt für die vergangenen 30 Jahre eine Reihe von Veränderungen:

– Ab etwa 2006 erhöhte der Staat – und hierbei insbesondere der Bund – die Investitionen in FuE deutlich. Diese Trendänderung hing eng zusammen mit der Strategie der EU-Kommission, die Wettbewerbsfähigkeit der EU durch eine Stärkung von Innovation zu verbessern (Lissabon-Strategie) und dabei auf die Steigerung der FuE-Ausgaben zu setzen (Barcelona-Ziel; vergleiche Frietsch et al. 2015). Die Bundesregierung hat sich dieses Ziel (Erhöhung der FuE-Quote auf drei Prozent) zu eigen gemacht und über verschiedene Initiativen (High-

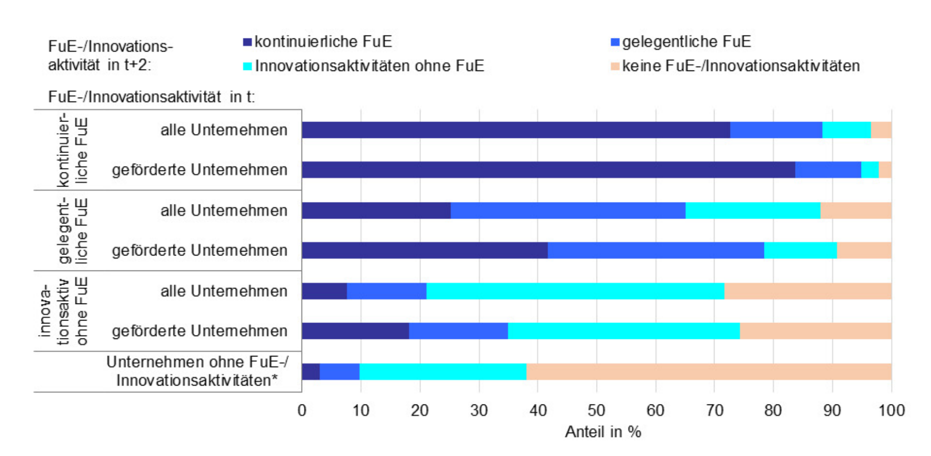


Abb. 22: Veränderung der Art der FuE-/Innovationstätigkeit von Unternehmen in Deutschland zwischen zwei Beobachtungsperioden innerhalb des Zeitraums 2004–2020 nach Erhalt einer öffentlichen finanziellen FuE-/Innovationsförderung

* Diese Gruppe umfasst ausschließlich Unternehmen ohne öffentliche finanzielle FuE-/Innovationsförderung.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel (Auszählung der Nettostichprobe)

tech-Strategie, Exzellenz-Initiative, Pakt für Forschung und Innovation) umgesetzt. Hinzu kam, dass die Bundesregierung auf die Wirtschafts- und Finanzkrise 2008/09 unter anderem durch eine Ausweitung der FuE-Förderung reagiert hat.

– Hauptprofiteur der höheren staatlichen FuE-Finanzierung war die Wissenschaft, für die sowohl die institutionelle Finanzierung als auch die Finanzierung über Projektmittel ausgeweitet wurde. Die staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen war dagegen bis etwa 2005 rückläufig (aufgrund rückläufiger militärischer FuE-Aufträge) und verharrt seither auf niedrigem Niveau. In der Wissenschaft gewann die Drittmittelfinanzierung überproportional an Bedeutung. Gleichwohl blieb die institutionelle Förderung die Hauptsäule der staatlichen FuE-Finanzierung in der Wissenschaft.
– Die thematische Ausrichtung der staatlichen FuE-Finanzierung weist eine hohe Stabilität auf. Dies gilt sowohl für die Forschungsziele, die mit den eingesetzten Mitteln verfolgt werden, als auch für die Technologieschwerpunkte der FuE-Förderungen. In der Expansionsphase nach 2005 wurden die Mittel für alle Forschungsziele und nahezu alle Technologiefelder ausgeweitet. Eine relative Verschiebung gab es in Richtung der Themen Energie, Gesundheit und Verkehr sowie des Bereichs Rahmenbedingungen und Querschnittsaktivitäten. Hierunter fallen unter anderem neue Förderinitiativen sowie Maßnahmen zur Stärkung des Wissens- und Technologietransfers. Lange Zeit rückläufig waren

die Ausgaben für militärische FuE, wenngleich sie seit 2016 wieder angestiegen sind.

– Die staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen verschob sich in Richtung Dienstleistungen. Besonders stark an Bedeutung gewonnen haben die FuE-Dienstleistungen und die Informationsdienstleistungen. Im verarbeitenden Gewerbe kam es in erster Linie im Luft- und Raumfahrzeugbau zu einem Rückgang staatlicher Förderungen auf Aufträge, während andere Industriebranchen nur leichte Rückgänge oder sogar ansteigende staatliche Finanzierungsbeiträge für ihre FuE-Aktivitäten verzeichneten. Gleichzeitig konzentrierte sich die Förderung von FuE- und anderen Innovationsaktivitäten von Unternehmen zunehmend auf die Gruppe der kontinuierlich forschenden Unternehmen. Hierin spiegelt sich die Zielpriorität der Erhöhung der FuE-Ausgaben auf 3 Prozent des BIP (bzw. mittlerweile auf 3,5 Prozent bis 2025) wider. Dadurch haben Förderprogramme, die zusätzliche FuE-Ausgaben versprachen, von einer überproportionalen Mittelsteigerung profitiert (vergleiche Frietsch et al. 2017) und den Schwerpunkt der Innovationsförderung in Richtung FuE-Förderung verschoben.

Aus den hier vorgestellten Analysen zeigen sich nur sehr eingeschränkt Verbindungen zu einer Innovationspolitik, die auf Transformationen des Innovationssystems wie veränderte Innovationsstrategien von Unternehmen, offene Innovationsmodelle, höhere Agilität von Innovationsprozessen, neue Formen der Kooperation oder die Digitalisierung als Innovationstreiber (siehe Botthof et al. 2022) reagiert. Von der finanziellen Seite her ergibt sich vielmehr der Eindruck, dass im Zuge der finanziellen Ausweitung der Innovationsförderung in den vergangenen 15 Jahren die bestehenden Strukturen weitgehend beibehalten wurden und der Mittelaufwuchs genutzt wurde, um weiterhin alle Themen und Zielgruppen zu versorgen. Allerdings vermag eine Analyse der finanziellen Seite auch nicht, mögliche Änderungen in der Ausgestaltung von Förderinstrumenten und der Konzeption von politischen Interventionen in das Innovationssystem nachzuzeichnen. Immerhin deutet die deutliche Ausweitung der FuE-Finanzierung im Bereich Rahmenbedingungen und Querschnittsaktivitäten darauf hin, dass der finanzielle Spielraum für Maßnahmen, die neue Förderansätze erproben, deutlich gestiegen ist.

In Bezug auf die zentrale Hypothese des vorliegenden Bandes, nämlich dass eine Entwicklung hin zu transformativen und agilen Innovationssystemen – begleitet von entsprechenden Änderungen in der Innovationspolitik – stattfindet, zeigen die Analysen der FuE-Statistik nur zum Teil Anhaltspunkte:

– Die (leichte) Verschiebung von der institutionellen zur Projektförderung eröffnet grundsätzlich mehr Spielräume in Richtung einer thematisch gerichteten Steuerung des Innovationssystems. So hat die FuE-Finanzierung für themati-

sche Forschungsziele stärker zugenommen als die thematisch nicht gerichteten FuE-Mittel (Grundmittel der Hochschulen, nicht zielorientierte FuE-Programme). Die etwas größere Bedeutung von Drittmitteln für die FuE-Finanzierung an Hochschulen weist ebenfalls darauf hin, dass die Inhalte der Forschung an Hochschulen tendenziell stärker thematisch gelenkt werden.

– Die Verschiebungen der FuE-Finanzierung des Bundes nach Technologiefeldern und Forschungsthemen seit 2009 spiegeln nur teilweise die Prioritätensetzung und Missionsziele der Hightech-Strategie wider. Dies liegt zum einen daran, dass die Hightech-Strategie durch ihren breiten Ansatz letztlich keine Forschungsthemen ausschließt, sodass sich alle FuE finanzierenden Akteure in der Strategie wiederfinden können und somit andere Mechanismen für die Allokation von FuE-Mitteln auf Förderthemen greifen. Zum anderen bilden die Technologiefelder und Forschungsthemen der FuE-Statistik nur bedingt die Missionen der Hightech-Strategie ab.
– Im Bereich der FuE-Finanzierung der Wirtschaft hat der Staat, zumindest was die Branchenverteilung der Mittel anbelangt, deutliche Akzente in Richtung einer Strukturveränderung gesetzt. Ein zunehmender Anteil ging an Unternehmen des Dienstleistungssektors, während in der Industrie vor allem die Mittel für den Luft- und Raumfahrzeugbau (inklusive militärische Entwicklungsaufträge) erheblich zurückgefahren wurden.
– Letztlich können aus der FuE-Statistik aber keine klaren Befunde für einen Paradigmenwechsel der Innovationspolitik in Richtung transformativer Ansätze gewonnen werden. Dies liegt primär daran, dass eine transformative Innovationspolitik sich vor allem durch neue Formen der Governance, der Ausgestaltung von Instrumenten und des Zusammenbringens von Akteuren unterscheidet. Solche Änderungen zeigen sich nur sehr begrenzt in den finanziellen Mittelflüssen der FuE-Statistik. Für eine Nachverfolgung solcher innovationspolitischer Veränderungen über quantitative Indikatoren wären alternative FuE-Statistiken notwendig, die prozessuale Aspekte der FuE-Finanzierung abbilden: zum Beispiel Art der Mittelvergabe, Art des Förderinstruments, Akteurskonstellationen.

Literatur

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik, Fraunhofer ISI Discussion Papers – Innovation Systems and Policy Analysis 67. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.

Fier, A. (2002): Staatliche Förderung industrieller Forschung in Deutschland. Eine empirische Wirkungsanalyse der direkten Projektförderung des Bundes. In: *ZEW-Wirtschaftsanalysen* 62. Baden-Baden: Nomos.

Fier, A.; Harhoff, D. (2001): Die Evolution der bundesdeutschen Forschungs- und Technologiepolitik: Rückblick und Bestandsaufnahme. In: *ZEW Discussion Paper* 01–61. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

Frietsch, R.; Rammer, C.; Schubert, T. (2015): Heterogeneity of Innovation Systems in Europe and Horizon 2020. In: *Intereconomics* 50(1), S. 9–13.

Frietsch, R.; Rammer, C.; Astor, M.; Berger, M.; Daimer, S.; Hud, M.; Klaus, C.; Lerch, C.; Limbers, J.; Neuhäusler, P. (2017): Schrittweise Erhöhung der FuE-Quote auf bis zu 3,5 % des BIP – Instrumente und Auswirkungen auf volkswirtschaftliche Kennzahlen. Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Karlsruhe, Berlin und Mannheim: Fraunhofer-ISI, Prognos und ZEW.

OECD (2018): Frascati-Handbuch 2015. Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung. Paris: OECD Publishing.

Rammer, C.; Czarnitzki, D.; Spielkamp, A. (2009): Innovation Success of Non-R&D-Performers: Substituting Technology by Management in SMEs. In: *Small Business Economics* 33, S. 35–58.

Rammer, C.; Schmitz, F. (2017): Fortentwicklung der EFI-Indikatorik: Förderlandschaft. In: *Studien zum deutschen Innovationssystem* Nr. 9–2017. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Rammer, C.; Som, O.; Kinkel, S.; Köhler, C.; Schubert, T.; Schwiebacher, F.; Kirner, E.; Pesau, A.; Murmann, M. (2012): Innovationen ohne Forschung. Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen. ZEW-Wirtschaftsanalysen Bd. 101. Baden-Baden: Nomos.

Som, O. (2012): Innovation without R&D: Heterogeneous Innovation Patterns of Non-R&D-performing Firms in the German Manufacturing Industry. Berlin: Springer Science & Business Media.

Stifterverband (2021): ˌɑːr ən ˈdiː: Zahlenwerk 2021: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2019. Essen: SV Wissenschaftsstatistik.

Teil III: Governance-Anforderungen in einem gewandelten Innovationssystem

Einleitung

Die bisher im vorliegenden Buch skizzierten umfassenden Veränderungen im System haben unmittelbar Wechselwirkung mit den Steuerungsmöglichkeiten. Die neue Unübersichtlichkeit geht mit Unsicherheiten einher, die die Suche nach neuen Formen der Governance beschleunigt. Die Beiträge im dritten Teil dieses Bandes widmen sich deshalb den Fragen der Entwicklung des Innovationssystems und dessen Governance. So diskutieren **Karoline Augenstein und Alexandra Palzkill** die Potenziale von Reallaboren. Sie konzeptionalisieren unterschiedliche Typen von Reallaboren und stellen sie in den Kontext lokaler, urbaner Innovationssysteme. Sie gehen dabei der Frage nach, ob und inwieweit Reallabore die Spannung von globalen Dynamiken, lokalen Anforderungen und normativer Orientierung in Bezug auf gesellschaftlich gewünschte Transformationen bedienen können. Illustriert wird der Ansatz am konkreten Beispiel der Stadt Wuppertal.

Der Beitrag von **Hilmar von Lojewski und Susanne Bieker** widmet sich ebenfalls der kommunalen Ebene. Die beiden Autoren wenden den in der Transitionsforschung etablierten Ansatz der Multi-Level-Perspektive auf die Frage kommunaler Steuerungsmöglichkeiten in Bezug auf Klimawandel, Nachhaltigkeit und Suffizienz an. Sie analysieren die Handlungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene und konzipieren dazu die Stadt als »Raum und Plattform« für Problemlösungen. Damit entwerfen sie Grundlagen für ein Governance-Modell für Transformationen in und durch Kommunen.

Das anschließende Kapitel von **Carsten Dreher und Matthias Weber** stellt die sehr grundsätzliche Frage, wie man den steigenden Steuerungsherausforderungen an den Staat im Kontext von Transformationspolitiken begegnen kann. Da die zunehmende Komplexität mit der Wahrnehmung steigender Problemdringlichkeit einhergeht, fordern die Autoren mehr Agilität in der Politik, insbesondere in der Forschungs- und Innovationspolitik. Sie nehmen dazu Anleihen von etablierten Ansätzen des Innovationsmanagements und modifizieren sie für die Ansprüche der Politik. Auf der Grundlage eines Mehrphasenmodels der Agilität von Politik

und Verwaltung entwickeln sie konkrete Vorschläge für eine Verbesserung der Agilität in der deutschen FuI-Politik.

Hans-Liudger Dienel stellt in seinem Beitrag die Frage, inwieweit Citizen Science und Bürgerbeteiligung als »Innovationsmotoren« mobilisiert werden können. Indem er Bürger*innen in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen stellt, spannt er das Konzept der Governance weiter. Einer Diskussion der Entwicklung von Bürgerbeteiligungen im Kontext der FuI-Politik der letzten Dekaden folgt eine genauere Betrachtung von zwei konkreten Bürgerräten: dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) initiierten Forschungsbürgerrat, welcher Empfehlungen für die zukünftige Rolle der Bürgerbeteiligung in der Forschung und der Forschungspolitik erarbeiten sollte, sowie Bürgerbeteiligung in einem konkreten vom BMBF geförderten Innovationsprojekt. Auf dieser Basis entwickelt Dienel dann Handlungsempfehlungen für eine konstruktive Beteiligung von Bürger*innen und Citizen Science in Innovationsvorhaben und deren Steuerung.

Sehr grundsätzliche Erwägungen zur Natur unterschiedlicher Innovationssysteme stellt **Rainer Walz** in seinem Beitrag »Spezifika von Innovationssystemen für Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitstransformationen«. Sein Schwerpunkt liegt in der Analyse nachhaltiger Innovationssysteme und der Frage, welche Steuerungsbesonderheiten sich für Nachhaltigkeitstransformationen stellen. Dabei konzeptionalisiert er die vielfältigen, teils sehr besonderen Herausforderungen staatlicher Steuerung im Zusammenspiel der systemischen Elemente, die für Nachhaltigkeitstransformation von Bedeutung sind und orchestriert werden müssen. Aus diesen Betrachtungen formuliert er dann Rückschlüsse auf Steuerungsmöglichkeiten auch für Transformationen jenseits der Nachhaltigkeit.

Im letzten Beitrag dieses Teiles fragt **Matthias Graf von Kielmansegg**, ob die deutsche FuI-Politik entwicklungsfähig oder »im System gefangen« ist. Vor dem Hintergrund der enormen Herausforderungen des deutschen Innovationssystems analysiert er, inwieweit die etablierten Ansätze der Politik den Anforderungen an die Entwicklung von Innovationen noch gerecht werden. Auf der Basis seiner Analyse entwirft er zehn konkrete Handlungsempfehlungen für die deutsche Innovationspolitik und zeigt damit auf, welcher zum Teil auch radikalen Veränderungen es bedarf, um den kommenden Herausforderungen gerecht zu werden.

Chancen und Herausforderungen für regionale Innovationssysteme durch koproduktive Governance in urbanen Reallaboren

Karoline Augenstein, Alexandra Palzkill

1. Einleitung – Neue Herausforderungen für Innovationssysteme

Vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Herausforderungen und globaler Nachhaltigkeitsziele findet aktuell eine wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Debatte über die Neugestaltung von Innovationssystemen statt. Dies betrifft vor allem die Zielsetzung und Orientierung von Innovationssystemen in Richtung Nachhaltigkeit und die Entwicklung von Systeminnovationen (unter dem Stichwort »mission orientation«). Daraus folgen entsprechend auch neue Anforderungen an die Ausgestaltung von Innovationssystemen, die solche Systeminnovationen generieren können, um zunehmend komplexe Herausforderungen zu adressieren und tiefgreifende Transformationsprozesse zu gestalten. Als Systeminnovation wird der strukturelle Wandel eines sozio-technischen Systems (Mobilität, Energie, Ernährung etc.) beschrieben, der aus dem Zusammenwirken von technologischer Entwicklung und sozialen Veränderungsprozessen im Bereich von Nutzungsmustern, Geschäftsmodellen und Marktstrukturen, institutionellen Rahmenbedingungen, sozialen Normen und gesellschaftlichem Wertewandel entsteht (Geels 2005: 6).

Die ganz grundlegende Herausforderung besteht vor diesem Hintergrund in der inhaltlichen Neuausrichtung von Innovationssystemen und damit der Frage nach der gesellschaftspolitischen Zielsetzung und Governance von Innovationssystemen. Ein primär technologisches Innovationsverständnis, das wirtschaftliche Entwicklung als grundlegendste relevante Zielgröße beinhaltet, ist in der Forschung zu nachhaltigen Systeminnovationen bzw. *sustainability transitions* weitestgehend überholt und wird auch in Policy-Dokumenten zumindest rhetorisch zunehmend aufgegeben. So wird beispielsweise die Rolle sozialer Innovationen (als wesentlicher Bestandteil von Systeminnovationen) als komplementär zu technologischen Innovationen und besonders wichtig betont. In der Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung findet diese Neuorientierung ihren Ausdruck, wenn festgestellt wird, dass neue soziale Praktiken und Organisationsmodelle, die

aus dem engagierten Handeln von Bürger*innen entstehen, eine »entscheidende Triebfeder für Innovation in ihrer gesamten Bandbreite« darstellen (BMBF 2021: 2). Es wird außerdem festgehalten, dass soziale Innovationen potenziell »neben der ökologischen und gesellschaftlichen Wirkung auch einen ökonomischen Effekt haben, […] neue Arbeitsplätze, neue Tätigkeitsbereiche in bestehenden Arbeitsfeldern sowie gänzlich neue Berufsbilder, Märkte und Wertschöpfung entstehen« (ebd.). Vor dem Hintergrund solcher politischen Zielsetzungen stellen sich Fragen der Direktionalität und normativen Orientierung von Innovationssystemen, die Zielkonflikte zwischen wirtschaftlichem Wachstum und sozial-ökologischer Nachhaltigkeit explizit aufgreifen (Augenstein et al. 2020). Auch die wachsende Unübersichtlichkeit von Veränderungsdynamiken, zeitlicher Veränderungsdruck und Spannungen zwischen Erneuerungs- und Beharrungskräften stellen neue Anforderungen an Innovationssysteme. Aus einer wissenschaftlichen Perspektive kann festgehalten werden, dass die aktuellen »Spannungsverhältnisse und Veränderungsdynamiken […] analytisch nicht durch das herkömmliche Konzept der (nationalen) Innovationssysteme erfasst und erklärt werden [können]« (Botthof et al. 2020: 15). Zusammengefasst betrifft dies insbesondere die Fragen von Direktionalität und normativer Orientierung sowie einem stärkeren Fokus auf die Governance von Innovationssystemen.

Das in diesem Band entwickelte Arbeitskonzept agiler und transformativer Innovationsökosysteme greift diese neuen Anforderungen auf: Die avisierten Innovationsökosysteme der Zukunft umfassen ein diverses Spektrum an Akteuren, sind agil, indem sie höhere und schnellere Anpassungsleistungen erbringen, und transformativ, weil sie zum strukturellen Wandel sozio-technischer Systeme beitragen. Sie orientieren sich dabei an gesellschaftlichen Bedarfen, haben also eine explizit normative Zielsetzung (Botthof et al. 2020: 16). Die proaktive Generierung von Systeminnovationen und deren Governance erfordert entsprechend die Einbindung vielfältiger und neuer Akteurskonstellationen – inkl. Intermediäre, Zivilgesellschaft, Forschungsbereiche abseits von Technik- und Ingenieurwissenschaften –, agilere Formen der Kooperation und Modi der Wissensgenerierung sowie der Umsetzung innovativer Lösungen.

Wir werfen in diesem Beitrag einen Blick auf urbane Innovationssysteme und Reallabore als ein konkretes Format, das die skizzierten Anforderungen aufgreift und sich zunehmend verbreitet. Mit der Verbreitung des Reallabor-Begriffs verbindet sich auch eine kritische Debatte um die theoretischen Grundlagen unterschiedlicher Reallabor-Konzepte und ihrer Potenziale in der praktischen, oft kleinräumigen lokalen Umsetzung. Wir diskutieren in diesem Beitrag, inwiefern Reallabore als lokale Innovationskontexte ein besonderes Potenzial entwickeln können, vor dem Hintergrund globaler Nachhaltigkeitsherausforderungen und neuer Anforderungen im Hinblick auf normative Orientierung, Agilität und den Beitrag zu

struktureller Transformation. Im ersten Teil des Beitrags greifen wir dazu Impulse aus der Transformationsforschung und der Forschung zu regionalen bzw. urbanen Innovationssystemen auf. Darauf aufbauend, diskutieren wir im zweiten Teil des Beitrags die Potenziale urbaner Reallabore und illustrieren die Diskussion am Beispiel des »Reallabor Wuppertal«.

2. Impulse aus der Transformationsforschung

An der Schnittstelle nachhaltigkeitsorientierter Transformationsforschung und Innovationssystemforschung besteht ein lebendiges Forschungsfeld, das bereits vielfältige Impulse für die Neuausrichtung zukünftiger Innovationssysteme generiert hat (Grin et al. 2010; Schot/Steinmueller 2019). Fragen der Direktionalität und Governance von Innovationssystemen bleiben dabei aber weitestgehend ausgeblendet. Um diese Lücke zu schließen, beginnen wir unsere Diskussion mit einer begrifflich-definitorischen Einordnung von Transformation als Governance- bzw. Steuerungsherausforderung.

Systeminnovationen werden in der Transformationsforschung als strukturelle Veränderungen und dynamischer Prozess zwischen Nischen- und Regime-Ebene innerhalb einer »Landschaft« globaler Trends und Herausforderungen betrachtet (*Multi-Level Perspective* [MLP] basierend auf Geels 2010, 2011; Geels/Schot 2007). Die Regime-Ebene beschreibt dabei das (in-)formelle institutionelle Gerüst und die dominanten Funktionslogiken eines Systems. Die Nischen-Ebene bietet dagegen Handlungsspielräume für die Entstehung von Innovationen in geschützten Räumen. Insgesamt bewegt sich gesellschaftliches Handeln in der MLP also immer in einem Spannungsfeld, in einer dynamischen Balance zwischen der Reproduktion von (Regime-)Struktur und der Möglichkeit, durch die Entwicklung und Erprobung von (sozio-technischen) Innovationen aus der Nische heraus Strukturen zu verändern. Unter der Annahme kritik- und reflexionsfähiger Akteure ist die Steuerung von Veränderungsprozessen also grundsätzlich möglich. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass Innovations- und Transformationsprozesse nicht linear, sondern koevolutionär verlaufen, da Routinen, Pfadabhängigkeiten und Machtverhältnisse in einem komplexen Wechselspiel zwischen ökonomischen, politischen und kulturellen Normen sowie Regelsystemen gewachsen und entsprechend verfestigt sind (Grin et al. 2010). Proaktive Versuche von Politik, Wirtschaft oder Zivilgesellschaft, bestimmte Nischeninnovationen strategisch zu fördern und zu skalieren, greifen deshalb oft zu kurz (Augenstein et al. 2020). Zwar wurden in der Forschung bestimmte Erfolgsfaktoren für Nischen-Innovationen identifiziert (Netzwerkbildung, Ressourcen, individuelle Motivation, attraktive Narrative und Zukunftsvisionen), eine grundsätzlich paradoxe Problemsituation

bleibt jedoch bestehen: Die koevolutionären Prozesse strukturellen Wandels entziehen sich klassischen linearen Steuerungslogiken, weshalb Systeminnovationen nicht am Reißbrett geplant und umgesetzt werden können.

Was bedeutet das für staatliches Handeln und die Governance von Innovationssystemen? In der Literatur zur Governance nachhaltiger Systeminnovationen wurden diese Erkenntnisse aufgegriffen und Governance-Prinzipien entwickelt, die beispielsweise eine »goal-oriented modulation«, Strategien einer »Reflexiven Governance« (Voß et al. 2006) oder Formen von »tentative governance« (Kuhlmann et al. 2018) vorsehen. Es geht dabei im Kern immer um die Abkehr von Planungs- und Steuerungslogiken im Sinne eines »command and control«, die komplexe Veränderungsdynamiken aus dem Blick verlieren, unerwünschte (und vor allem kaum reversible) Nebenfolgen erzeugen sowie nicht-nachhaltige Strukturen reproduzieren. Die Governance von Innovationssystemen sollte also weniger darauf ausgerichtet sein, spezifische (technologische) Innovationen als nachhaltig zu identifizieren und zu skalieren. Eher sollte sie die Prozessgestaltung in den Blick nehmen, Lern- und Suchprozesse offen und iterativ gestalten, möglichst alle relevanten Perspektiven und Akteure einbeziehen, Raum für Experimente schaffen und damit die dynamischen Wechselwirkungen zwischen nachhaltigkeitsorientierten Nischen und nicht-nachhaltigen Regimestrukturen für Transformationsprozesse nutzbar machen (Haddad et al. 2022: 23; Fuglsang/Hansen 2022: 2). Die Governance von Innovationssystemen kann in diesem Sinne auch als eine Form der »Koproduktion« verstanden werden. Der Begriff findet aktuell vor allem in Kontexten urbaner Transformation und nachhaltiger Stadtentwicklung Verwendung und beschreibt sich verändernde Governance-Prozesse mit neuen Rollen für Politik und Verwaltung im Zusammenspiel mit weiteren lokalen Akteuren, insbesondere auch der Zivilgesellschaft oder der Wissenschaft (Wanner et al. 2021, 2022). Anschlussfähig ist der Begriff ebenfalls an die Transformationsforschung und die hier avisierte Koproduktion von Orientierungs- und Transformationswissen, welches disziplinäre Wissensbestände und Praxiswissen integriert und so zu innovativen Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen kommt. Auch die Governance von Innovationssystemen lässt sich konzeptionell und idealtypisch als eine Form der Koproduktion verstehen: Unterschiedliche Akteure mit unterschiedlichen Rollen entwickeln und handeln umkämpfte Zukünfte aus, gestalten kollaborative Prozesse und Experimente zur Erprobung von Lösungen und entwickeln dabei auch neue Formen koproduktiver Governance.

Sowohl in der Transformationsforschung als auch in der Literatur zu Innovationssystemen werden regionale oder urbane Kontexte für solche Formen der Koproduktion als vielversprechend erkannt. Urbane Räume sind oft die Netzwerkknotenpunkte, an denen neue Akteurskonstellationen und Koordinationsmechanismen entstehen und erprobt werden. Solche Knotenpunkte können

als urbane und regionale Innovationskontexte verstanden werden, in denen neue Formen von Laboren für die Erprobung von Strategien in Richtung eines neuen Typus agiler und transformativer Innovationssysteme entstehen. Geografische Nähe und ein gemeinsamer lokaler Bezugspunkt können als Basis oder »boundary object« (Star/Griesemer 1989) für Netzwerkbildung und Kollaboration dienen, insbesondere auch, wenn es um die Aushandlung konfligierender Perspektiven oder die Kooperation zwischen sehr unterschiedlichen Akteuren mit entsprechend innovativem Potenzial geht (Coenen et al. 2010).

3. Potenzial regionaler und urbaner Innovationssysteme

In der Praxis bilden sich Innovationssystemstrukturen heraus, die einerseits quer zu etablierten sektoralen, aber auch regionalen bzw. nationalen Grenzen liegen. Andererseits und gleichzeitig kann räumlichen Bezügen eine neue Relevanz zukommen: Regionen und urbane Räume werden zu Integratoren und Erprobungsräumen für Systeminnovationen (Botthof et al. 2020: 6). Es ist grundsätzlich gut erforscht und belegt, dass regionale Innovationssysteme ihr Potenzial aus der geografischen Nähe, aber auch der sozialen Einbettung der Akteure in lokalen Kontexten und Lernprozessen schöpfen (Boschma 2005). Dabei muss der Fokus der Aktivitäten nicht notwendigerweise auf den regionalen Kontext beschränkt bleiben. In regionalen Innovationssystemen bilden sich Netzwerke, die durchaus über ihren Kontext hinausweisende Probleme adressieren und entsprechend auch übertragbare Lösungen entwickeln (Coenen et al. 2010: 3). Ein Zugang zur Analyse des Potenzials regionaler Innovationssysteme ist das Konzept der unterschiedlichen Arten von Nähe. Nach Boschma (2005) lassen sich fünf Arten von Nähe unterscheiden: neben geografischer Nähe auch kognitive, organisationale, soziale und institutionelle Nähe. Während die geografische Nähe die Basis für Austausch und Netzwerkbildung darstellt, entscheidet die Ausprägung der übrigen Formen von Nähe über die Balance zwischen der Ähnlichkeit und dem Vertrauen zwischen Akteuren als ermöglichender Faktor von Kollaboration auf der einen Seite und ausreichender Distanz und Diversität als Voraussetzung für kreative Lernprozesse und Innovation auf der anderen Seite (Coenen et al. 2010: 4 f., Davids/Frenken 2018). Über den räumlichen Zusammenhang hinaus werden regionale Innovationssysteme vor allem als Zentren für die Organisation von Lernprozessen, Wissensaustausch, Netzwerk- und *capacity building* verstanden (Terstriep et al. 2020: 890).

Inwiefern haben nun solche lokalen Innovationskontexte ein besonderes Potenzial vor dem Hintergrund globaler Nachhaltigkeitsherausforderungen und neuer Anforderungen im Hinblick auf normative Orientierung, Agilität und den Beitrag zu struktureller Transformation? Teilweise bleibt die Debatte hier verkürzt, wenn

beispielsweise auf die Rolle von Städten als Wachstumsmotoren oder die Rolle von Wissens- und Technologietransfer in regionalen Forschungskontexten abgehoben wird (Gornig et al. 2018). Ein Anspruch in Richtung der Entwicklung von Systeminnovationen führt dazu, dass Fragen des gesellschaftlichen Nutzens und sozialer und ökologischer Implikationen deutlich stärker berücksichtigt werden müssen. Außerdem ändern sich die Akteurskonstellationen in Innovationssystemen: Insbesondere werden weitere wissenschaftliche Disziplinen neben den Technik- und Ingenieurswissenschaften relevant, genau wie Intermediäre auf der regionalen Ebene sowie zivilgesellschaftliche Akteure. Dieser Prozess steht erst am Anfang und stellt Herausforderungen an die Koordination veränderter Netzwerke und Orte der Wissensproduktion in Innovationssystemen (Botthof et al. 2020: 3).

In der wissenschaftlichen Debatte zu regionalen Innovationssystemen finden sich Ansätze, die diese Veränderungen und Neuausrichtungen aufgreifen. Terstriep et al. (2020: 887) zeigen das Potenzial regionaler Innovationssysteme auf, die im Unterschied zu klassisch ökonomisch orientierten Innovationssystemen eine Balance zwischen Konkurrenz und Kooperation ermöglichen. Neue Formen der Governance werden gefordert, die offenen Austausch, Co-Creation und Lernen ermöglichen (ebd.: 890 f.). Auch aktuelle Weiterentwicklungen in Richtung Quadruple- und Quintuple-Helix-Ansätzen greifen normative Orientierung und neue Akteurskonstellationen auf: Ein ganzheitlicheres Verständnis von Innovation fußt ursprünglich auf dem Triple-Helix-Modell, bestehend aus den drei Subsystemen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik (Etzkowitz/Leydesdorff 1995). Neben der Abbildung dynamischer Prozesse und Verbindungen zwischen sich stetig weiterentwickelnden Akteuren wurde auch das Modell selbst im Laufe der Zeit weiterentwickelt, um diese komplexen Beziehungen erfassen zu können (Albats 2021: 394). Zunächst erweiterte der Einbezug der medien- und kulturbasierten Öffentlichkeit das ursprüngliche Drei-Säulen-Modell zum Quadruple-Helix-Modell (Carayannis/Campbell 2009). Die differenzierten Bezeichnungen der vierten Säule als Konsument*innen, Nutzer*innen, NGOs oder Gesellschaft, welche sich in weiteren Arbeiten finden (Cai/Etzkowitz 2020: 197), machen deutlich, dass besonders das konkrete Einbeziehen von Personen und Institutionen in ihrer Rolle als von Transformation und Innovation direkt betroffene Entitäten angestrebt wird, um einen neuen Blickwinkel zu integrieren. Manche Arbeiten thematisieren, dass die Zivilgesellschaft keine Sphäre sei, die sich auf der gleichen Ebene wie die drei ursprünglichen Säulen Universitäten, Industrie oder Regierung befinde, sondern diese eher ein soziales Rahmenwerk darstelle, innerhalb dessen sich das Triple-Helix-Modell entwickeln könne (Cai/Etzkowitz 2020: 207–210). Allerdings kann die Gesellschaft bei der Generierung und Verbreitung von Wissen eine wesentliche Rolle spielen (Carayannis/Campbell 2010: 48–49). Schließlich erfolgte die Erweiterung zum Quintuple-Helix-Modell durch den zusätzlichen Einbezug

der natürlichen Umwelt als weitere Säule (ebd.). Diese explizite Einbindung der ökologischen Dimension ermöglicht einen ganzheitlicheren Transformationsbezug und, besonders in Verbindung mit einer (zivil-)gesellschaftlichen Dimension, ein konkretes Adressieren von Systeminnovationen und die Entwicklung entsprechender regionaler Innovationsansätze. Da das ursprüngliche Triple-Helix-Modell vorwiegend ökonomisches Wachstum zum Ziel hat (Cai/Etzkowitz 2020: 196; Albats 2021: 396), weisen die aktuellen Weiterentwicklungen in Richtung ganzheitlicherer Perspektiven und der Neuausrichtung von Innovationssystemen. Als ein Modell, das sowohl als analytisch als auch normativ bezeichnet wird und gleichzeitig theoretische wie praktische Aspekte vereint (Cai/Etzkowitz 2020), ist das aktuelle Quintuple-Helix-Modell eine geeignete Grundlage, ein größeres Verständnis für die Dynamik von Systeminnovationen in regionalen Kontexten zu entwickeln.

Das besondere Potenzial regionaler und urbaner Innovationssysteme liegt in der Ermöglichung einer – durchaus auch konflikthaften – Artikulation und Aushandlung der normativen Orientierung, unterstützt durch die geografische Nähe und gemeinsamen Bezugspunkte für die diversen relevanten Akteursgruppen. Diversität und unterschiedliche Formen von Nähe sind wiederum wichtig für das kreative Potenzial und die Generierung systeminnovativer Lösungsansätze. Im Sinne der Koproduktion müssen hier dann auch Governance-Prozesse entwickelt werden, die ein solches System orchestrieren können. Hier kommen neben der Politik auch kommunale Verwaltung, Intermediäre, wissenschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Zivilgesellschaft in unterschiedlichen Konstellationen infrage.

4. Labore: Experimente, Reflexivität und Lernen

Aus den bis hierhin diskutierten theoretischen Perspektiven lassen sich konkrete Anforderungen an urbane Innovationskontexte ableiten: Es braucht konzeptionelle Ansätze, die auf Experimente, Reflexivität und Lernprozesse sowie den Umgang mit normativer Orientierung und Zielkonflikten ausgerichtet sind. Reallabore stellen ein Format dar, das diese Prinzipien aufgreift und sich zunehmend verbreitet. Wir werfen deshalb im Folgenden einen Blick auf das Konzept solcher Labore, insbesondere auf regionaler und städtischer Ebene, als einen konkreten Zugang zur Gestaltung agiler und transformativer Innovationssysteme. Wir diskutieren unterschiedliche Labor-Begriffe in der aktuellen Debatte sowie die Schlüsselrolle bestimmter Akteursgruppen wie beispielsweise Intermediäre für die Einbettung in den regionalen Zusammenhang, gesellschaftliche Akteure als Impulsgeber, politi-

sche und Verwaltungsakteure mit Entscheidungshoheit und der Wissenschaft als Gestalterin von transdisziplinärer Wissensintegration und Experimentierräumen.

In der aktuellen Debatte versammeln sich unterschiedliche Begriffe von Reallaboren, Living Labs oder Transition Experiments. Diese entstammen teilweise sehr unterschiedlichen Forschungstraditionen, benutzen ähnliche Begrifflichkeiten trotz verschiedener konzeptioneller Grundlagen und Annahmen – mit entsprechenden Konsequenzen in der konkreten Anwendung. Insbesondere bei der Verbreitung des Begriffs der Reallabore in der deutschsprachigen Debatte wird dies zunehmend deutlich. Entsprechend geben wir im Folgenden zunächst einen kurzen Überblick über zentrale Labor-Konzepte, um deren Relevanz für die Ausgestaltung transformativer und agiler Innovationssysteme zu beleuchten und kritisch zu diskutieren.

Der Begriff des Reallabors tauchte prominent in der wissenschaftspolitischen Debatte mit dem WBGU-Gutachten zur »Großen Transformation« (WBGU 2016) auf. Hier werden Reallabore definiert als »wissenschaftlich konstruierte Räume einer kollaborativen Nachhaltigkeitsforschung mit Interventionscharakter« (ebd.: 542). Ausgangspunkt für die Forschung in Reallaboren sind real-weltliche Probleme bzw. Nachhaltigkeitsherausforderungen und sie folgen damit einer explizit normativen Orientierung mit dem Anspruch, Wissen für die Lösung des jeweiligen Ausgangsproblems zu generieren. Reallabore folgen dabei einer transdisziplinären Forschungslogik: Zentrales Element ist die Integration unterschiedlicher disziplinärer und praktischer Wissensbestände zur kollaborativen Produktion von Ziel-, System- und Transformationswissen. Der Modus der Wissensintegration ist dabei die Intervention bzw. das Experiment in einem inhaltlich und/oder räumlich abgegrenzten Labor. Es werden Lösungen gemeinsam mit den beteiligten Akteuren entwickelt, erprobt und in iterativen Lernschleifen angepasst. Der Anspruch, eine strukturelle transformative Wirkung zu erzeugen, äußert sich schließlich in der Bildung von Netzwerken und Kapazitäten sowie der Befähigung der beteiligten Akteure, die über die räumlichen und zeitlichen Grenzen des Reallabors hinausreichen.

Aktuell findet der Begriff des Reallabors auch zunehmend in klassisch innovationsorientierten Kontexten Verwendung, wenn es beispielsweise um Herausforderungen der Digitalisierung geht. Prominentes Beispiel ist das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) herausgegebene Handbuch Reallaborforschung (BMWi 2019). Hier werden Reallabore unter Rückgriff auf das Konzept der »regulatory sandboxes« als Testräume für Innovation und Regulierung definiert. Reallabore entstehen nach diesem Verständnis im Zusammenhang mit Experimentierklauseln und ähnlichen Instrumenten, die rechtliche Freiräume zur Erprobung von technologischen Innovationen und Geschäftsmodellen schaffen. Die wesentliche Zielsetzung besteht hier neben der Erprobung von Innovationen

insbesondere in der Identifikation geeigneter rechtlicher Rahmenbedingungen für die Verbreitung dieser Innovationen. Hier findet auch eine explizite inhaltliche Abgrenzung von Reallaboren im Kontext gesellschaftlicher Herausforderungen und Transformationsprozessen statt. Auch klassische Living Labs, deren Fokus auf einer Nutzer*innen-zentrierten Entwicklung von innovativen Produkten und Dienstleistungen liegt, lassen sich hier zuordnen, da auch hier eher ökonomische Zielsetzungen (im Sinne einer marktlichen Skalierungsperspektive) verfolgt werden.

In der internationalen Debatte finden wir ebenfalls eine Vielzahl von Lab-Konzepten und Formen des Experimentierens im Kontext nachhaltigkeitsorientierter Transformationsforschung. Zentral ist auch hier – ähnlich den Reallaboren im Nachhaltigkeitskontext – die Durchführung von kollaborativen Experimenten in einem real-weltlichen Kontext zur Generierung von sozio-technischen Innovationen als Keimzellen für einen strukturellen Wandel in Richtung nachhaltigerer sozio-technischer Systeme. Auch hier finden sich unterschiedliche theoretische Zugänge und Begrifflichkeiten wie beispielsweise Experimente in Nischen, Transition Experiments oder Experimente im Zusammenhang mit Graswurzel-Bewegungen. Basierend auf einer breiten Überblicksstudie schlagen Sengers et al. (2019: 161) eine gemeinsame Definition für Experimente in der Transition-Forschung vor als »inclusive, practice-based and challenge-led initiative designed to promote system innovation through social learning under conditions of uncertainty and ambiguity«. In diesem Kontext findet sich außerdem eine wachsende Literatur zu urbanen Transformationsprozessen und hier auch Konzepte urbaner Living Labs (Nevens et al. 2013; Bulkeley et al. 2019; Raven et al. 2019), die sich insbesondere auch im Kontext von experimentellen Formen der Governance urbaner Transformationsprozesse verorten lassen.

Ein weiterer interessanter Literaturstrang beschäftigt sich mit Living Labs im Kontext von Public Innovation. Hier spielen dann auch politische und Verwaltungsakteure eine zentrale Rolle. Hier entwickelt sich ebenfalls ein recht dynamisches Feld, das unterschiedliche Formate in den Blick nimmt, die sich an Prinzipien von *open* und *collaborative innovation*, Koproduktion und Beteiligung von Bürger*innen an politischen Entscheidungs- und Verwaltungsprozessen orientieren (für einen Überblick siehe Fuglsang/Hansen 2022: 3 f.). Ein zentrales Element ist dabei die koproduktive Generierung von »public value« (ebd.). Hier finden sich Parallelen zu Prinzipien von Reallaboren in der Nachhaltigkeits- und Transformationsforschung, insofern explizit »public value« adressiert wird, der über rein ökonomische Zielgrößen hinausweist. Dabei wird ebenfalls davon ausgegangen, dass *public value* schwierig definier- und messbar ist, grundsätzlich ambivalent und Gegenstand von Aushandlungsprozessen. Deshalb werden Labore hier vor allem als Ansatz verstanden, der einen Dialog mit verschiedenen

Akteuren ermöglicht und tiefgreifende Lern- und Transformationsprozesse anstoßen kann (Fuglsang/Hansen 2022: 3). Demgegenüber existieren im Bereich der Planung und Planungswissenschaft auch Formate von Experimenten, die primär umsetzungsorientiert sind oder sich eher an »klassischen« Verständnissen der Wissensgenerierung mithilfe von Feldexperimenten zur Erprobung bestimmter kausaler Zusammenhänge orientieren (Honey-Rosés/Stevens 2019).

Es bestehen also wesentliche Unterschiede zwischen verschiedenen Konzepten von Reallaboren, die jedoch in regionalen und urbanen Kontexten gewinnbringend kombiniert und eingebettet werden können, wenn die jeweiligen Annahmen und Zielsetzungen entsprechend explizit gemacht werden.

Dies betrifft zunächst die normative Orientierung und die Frage, wo konkret Debatten um Direktionalität und Zielorientierung im Kontext regionaler und urbaner Innovationssysteme verortet werden können und die entsprechenden reflexiven Funktionen integriert sind (Botthof et al. 2020: 23). Einen Anhaltspunkt bieten hier Reallabore im Kontext Nachhaltigkeit/*public value*, die solche Zielgrößen als vielschichtig, ambivalent und mit Unsicherheiten behaftet betrachten. Entsprechend sind hier auch die Modi der Wissensgenerierung und beteiligten Akteurskonstellationen gestaltet: Experimente in Reallabor-Settings werden als nützlich erachtet, um inhärente Ambivalenzen und normative Zielsetzungen zu reflektieren und daraus neue Handlungsspielräume zu generieren. Experimente sind in diesem Zusammenhang ein Ansatz, der verschiedene Arten von Wissen (Systemwissen über Prozesse und Strukturen, Zielwissen als normative Orientierung über anzustrebende Zielzustände und Transformationsformationswissen über Schritte, die vom Ist- zum Soll-Zustand führen, siehe CASS/ProClim 1997) und das Wissen unterschiedlicher Akteure (aus Wissenschaft und Praxis) integriert, um sozial robustes Handlungswissen zu produzieren und Transformationsprozesse aktiv zu gestalten.

Eine Schlüsselrolle kommt dabei Akteuren zu, die bisher eine eher untergeordnete Rolle im Kontext klassischer Innovationssysteme gespielt haben. Im Sinne eines Quadruple-Helix-Ansatzes sind das zivilgesellschaftliche Akteure und im urbanen Kontext insbesondere sogenannte »Stadtmacher« (Beck et al. 2017). Mit diesem Begriff werden Initiativen, Gruppen oder Einzelpersonen bezeichnet, die sich außerhalb klassischer Beteiligungsformate proaktiv einbringen. In urbanen Räumen verbinden sich Impulse für Systeminnovationen und eine erweiterte Form der Wohlstandsproduktion oft mit solchen Stadtmachern – in der Regel stark zivilgesellschaftlich motivierte und regional verwurzelte Akteure, aber zunehmend auch engagierte Unternehmen, die Städte selbst organisiert mitgestalten. Sie setzen eigene Projekte in kooperativen Prozessen um, zeigen dabei politische und gesellschaftliche Herausforderungen auf, stärken die Identifikation mit dem eigenen Lebensumfeld und fordern gesellschaftlichen Zusammenhalt. Die explizite Einbe-

ziehung zivilgesellschaftlicher Initiativen als relevante Träger lokalen Wissens ist in der urbanen Reallaborforschung zentral und stützt sich auf die Erkenntnis, dass diese Akteursgruppe zunehmend als relevanter Treiber urbaner Nachhaltigkeitstransformationen in den Vordergrund tritt (McPhearson/Wijsman 2017: 66).

Auch für die Wissenschaft entsteht hier eine neue Rolle im Kontext regionaler und urbaner Innovationssysteme. Zusätzlich zu technik-wissenschaftlichen Perspektiven und klassischem Wissenstransfer treten hier insbesondere sozialwissenschaftliche Ansätze in den Vordergrund, die darauf abzielen, Reallabore als strukturierte Experimentier- und Reflexionsräume zu gestalten. Dabei findet eine Orientierung in Richtung Wissensintegration (anstelle von reinem Wissenstransfer) statt: Insbesondere in der transdisziplinären Zusammenarbeit und über die Integration verschiedener wissenschaftlicher und Praxis-Perspektiven können so alternative Wege für einen proaktiven und kreativen Umgang mit den Herausforderungen urbaner Transformation entwickelt und erprobt werden.

Aus diesen Labor-Kontexten können wiederum Impulse entstehen für die Erprobung von Lösungen in Reallaboren mit stärkerem Bezug auf rechtliche Rahmenbedingungen und Geschäftsmodelle. Hier nehmen dann unter anderem auch Verwaltungsakteure eine zentrale Rolle als politisch legitimierte Akteure mit hoheitlicher Entscheidungsgewalt ein, die aber durchaus von den unterschiedlichen Labor-Kontexten profitieren können, innerhalb derer kreative Perspektiven aufgedeckt werden, die quer zu bestehenden politischen, administrativen und ökonomischen Logiken verlaufen. An dieser Stelle spielen insbesondere solche intermediären Akteure eine Schlüsselrolle, die zwischen diversen Perspektiven und Zielsetzungen eine vermittelnde Perspektive einnehmen.

Für die Ausgestaltung transformativer und agiler Innovationssysteme in einem städtischen Kontext sollte die normative Reflexion und Aushandlung von Zielorientierungen eine zentrale Rolle spielen. Dazu stellen die gesellschaftlich/transformationsorientierten Reallabor-Konzepte einen Zugang dar (inklusive der Modi der Wissensgenerierung und der Einbindung eines diversen Spektrums an Akteuren). Gleichzeitig sollten Governance-Perspektiven verstärkt in den Blick genommen werden und die entsprechenden Akteure aus Politik und Verwaltung stärker eingebunden sein bzw. in unterschiedlichen Laborformaten koproduktive Governance-Prozesse orchestrieren. Teil des reflexiven Prozesses ist die Klärung der Rollen der beteiligten Akteure (zum Beispiel Zivilgesellschaft und Unternehmen als Impulsgeber, Wissenschaft als Prozessgestaltung und Reflexionsrahmen, Intermediäre als Schnittstellen für Umsetzung und Skalierung etc.).

Ein beispielhafter Einblick in das Reallabor Wuppertal

Wuppertal ist eine Stadt mit ca. 350.000 Einwohner*innen in Nordrhein-Westfalen, die in ihrer Historie von tiefgreifenden Strukturwandelprozessen geprägt ist: von der rasanten Industrialisierung und Politisierung der Stadtgesellschaft, zahlreichen Genossenschaftsbewegungen und Vorläufern von späteren Sozialgesetzgebungen im 19. Jahrhundert bis hin zu aktuellen Strukturwandelprozessen und den damit verbundenen Schrumpfungsprozessen, prekärer Finanzlage, Sozial- und Kulturabbau. Dabei ist die Stadt geprägt von einer traditionell aktiven Bürger*innenschaft und zahlreichen Initiativen, die einen neuen Aufbruch propagieren, der an frühere Traditionen, Narrative und Transformationserfahrungen anknüpft. Wissenschaftliche Einrichtungen wie die Bergische Universität Wuppertal und das Wuppertal Institut, Thinktanks wie das Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production oder Intermediäre wie die Neue Effizienz sind ebenfalls Teil des lokalen Innovationssystems. Entsprechend finden sich vielfältige Kooperationen und Projekte, die Fragen nachhaltiger Stadtentwicklung, Schlüsselherausforderungen in den Bereichen Mobilität, Energie, Strukturwandel in der verarbeitenden Industrie und neue Ansätze in Richtung Digitalisierung und Circular Economy adressieren. Dabei wird deutlich, dass Systeminnovationen nicht (nur) einen ökonomisch direkt verwertbaren Mehrwert schaffen, sondern insbesondere für weitere Dimensionen gesellschaftlichen Wohlstands und sozial-ökologischer Nachhaltigkeit erhebliche Beiträge leisten. Diese Thematik ist in strukturschwachen Regionen wie Wuppertal bzw. dem Bergischen Land von besonderer Relevanz, denn hier müssen alternative Antworten auf die Frage der (Re-)Produktion von Wohlstand und Daseinsfürsorge gefunden werden, die über die Schaffung und Verteilung materieller Zugewinne am Markt im Rahmen einer erfolgreichen Standort- und Sozialpolitik hinausgehen. Zudem bringt die prekäre ökonomische Situation in diesen Regionen oft auch eine besondere Sensibilität für gesellschaftliche Herausforderungen mit sich und inspiriert zu Antworten außerhalb klassischer Wirtschafts- und Innovationssysteme.

Der systematische Aufbau des »Reallabor Wuppertal« begann mit der Gründung des Zentrums für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (»transzent«) als gemeinsame Einrichtung der Bergischen Universität Wuppertal und des Wuppertal Instituts in 2013. Unter dem gemeinsamen inhaltlichen Schwerpunkt urbaner Nachhaltigkeitstransformation haben sich über einzelne Forschungsprojekte hinaus eine institutionelle Infrastruktur, stabile Netzwerke kooperierender Akteur*innen aus Wissenschaft und Praxis sowie Experimentierräume in verschiedenen Quartieren der Stadt entwickelt. Interventionen im Reallabor können hier

besonders aufschlussreich sein, da sie in Situationen und Orte mit hoher Dynamik, großen Kontrasten, Umbrüchen oder schlummernden gesellschaftlichen Potenzialen eingebettet und trotzdem beständig sind.

Die gewachsene Reallabor-Infrastruktur kann als Keimzelle für ein transformatives und agiles Innovationssystem verstanden werden. Normative Fragen bezüglich der Richtung und Zielorientierung von Innovations- und Transformationsprozessen werden in einzelnen Projekten mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten und Akteurskonstellationen adressiert. Im Projekt »Wohlstandstransformation Wuppertal« wurde beispielsweise der »OECD Better Life Index« auf die städtische Ebene heruntergebrochen und Initiativen der Stadt, lokaler Unternehmen und Zivilgesellschaft auf ihren Impact für eine breit verstandene Wohlstandsproduktion untersucht. Die Ergebnisse fanden unter anderem Eingang in den städtischen Bürgerbudgetprozess sowie in die Entwicklung der Stadtentwicklungsstrategie 2025 der Stadt Wuppertal. Entscheidend für eine Reallabor-Infrastruktur, die als transformativ und agil beschrieben werden kann, ist das koproduktive Zusammenwirken diverser Akteursgruppen. Die Kooperation zwischen dem transzent und Wuppertaler Praxispartner*innen wie beispielsweise den zivilgesellschaftlichen Initiativen Utopiastadt oder Aufbruch am Arrenberg, der Stadtverwaltung und dem lokalen Unternehmensnetzwerk ZN3 sowie der Neuen Effizienz als zentraler Intermediär in der Region, wurde in Forschungsprojekten, Veranstaltungs- und Austauschformaten und der gemeinsamen Plattform Transformationsstadt stetig ausgebaut. Die so nicht nur geografisch basierten Formen von Nähe und Vertrauen zwischen diversen Akteuren ermöglichen ein agiles Zusammenspiel in wechselnden Konstellationen je nach Themen- und Förderkulissen. Dabei variieren in einzelnen Projekten thematische Schwerpunkte und Fragestellungen auch mit den beteiligten Akteuren. Dies reicht von Reallaboren im Bereich Nachhaltigkeit/Transformation, die mehrheitlich in Kooperation von Wissenschaft und Zivilgesellschaft durchgeführt werden und einen starken Fokus auf soziale Innovationen und gesellschaftliche Herausforderungen setzen (UrbanUp, NUP), bis zu eher klassisch innovationsorientierten Formaten, bei denen wissenschaftliche Einrichtungen vor allem mit Unternehmen und Branchenverbänden kooperieren und die Koordination bei Intermediären mit einem Fokus auf Regionalentwicklung und Branchentransformation liegt (Neue Effizienz). Dennoch werden zunehmend neue Schnittstellen aufgebaut, die diese Trennung aufweichen, Fragestellungen integrieren und neue Akteurskonstellationen hervorbringen, beispielsweise durch zivilgesellschaftliche Initiativen oder Intermediäre als Konsortialführer in Forschungsprojekten. Der gemeinsame örtliche Bezug erweist sich dabei immer wieder als Ausgangspunkt, um teilweise doch unterschiedliche Akteure in langfris-

tigen Kooperationen und Netzwerken zu integrieren: beispielsweise große Unternehmen und Konzerne mit Hauptsitz in Wuppertal bzw. dem Bergischen Land, rein lokale Unternehmen aus jeweils sehr unterschiedlichen Branchen und organisierte Zivilgesellschaft im Unternehmensnetzwerk ZN3.

Am Beispiel des Reallabors Wuppertal lässt sich zeigen, dass im gemeinsamen lokalen Bezugspunkt ein besonderes Potenzial für transformative und agile Innovationssysteme liegt. Gleichzeitig stellt die Kontextgebundenheit urbaner Reallabore auch einen limitierenden Faktor dar, was Skalierung und Übertragbarkeit spezifischer Lösungen angeht (Kern/Haupt 2021) – oder zumindest eine Herausforderung in Bezug auf die Frage, was eigentlich skaliert oder als Impact gemessen werden soll. Vor dem theoretischen Hintergrund der hier skizzierten Ansätze der Transformationsforschung liegt das »Skalierungspotenzial« weniger in einer marktlichen Skalierung von Lösungen oder der Vergrößerung bestimmter Nischen. Der Impact oder die Wirkung von Reallaboren besteht dagegen eher im Entdecken von Ansätzen in Richtung struktureller Veränderung, beispielsweise über die Institutionalisierung neuer Regeln und Reflexion bestehender Normen sowie Formen des Experimentierens – die wiederum in anderen Kontexten in angepasster Form ähnlich angewandt werden können. Die Erfahrungen aus dem Reallabor Wuppertal und die in diesem Beitrag skizzierten theoretischen Ansatzpunkte sprechen dafür, dass urbane Reallabore als Keimzellen für agile und transformative Innovationssysteme insbesondere geeignet sind, um Reflexionsräume für normative Fragen und Experimentierräume für neue Lösungsansätze und neue Formen der Kooperation zu etablieren. Intermediäre und überregionale Netzwerke können dann den Austausch und Lernprozesse für weitere Kontexte unterstützen. Wesentliche Herausforderungen bleiben bestehen, wie beispielsweise die Verstetigung solcher Infrastrukturen im übergeordneten Maßstab, aber auch innerhalb eines langfristig angelegten urbanen Reallabors. Solche Strukturen sind aktuell noch überwiegend von zeitlich begrenzten Projekt- und Förderkulissen oder dem Engagement einzelner Akteure abhängig. Herausfordernd bleibt auch die Kooperation zwischen Akteuren mit sehr unterschiedlichen Funktionslogiken (Unternehmen und Zivilgesellschaft) sowie die Einbindung in lokale oder kommunale Politik und Verwaltungsprozesse. Hier finden bisher eher punktuelle Kooperationen statt.

5. Fazit und Ausblick

Vor dem Hintergrund komplexer gesellschaftlicher Herausforderungen ist es notwendig, die entstehenden Governance- und Steuerungsherausforderungen theo-

retisch zu beleuchten und in eine ganzheitliche Transformationsperspektive einzubetten. Am Beispiel urbaner Reallabore kann aufgezeigt werden, wo das Potenzial experimenteller und koproduktiver Labor-Ansätze liegt, worin der eigentliche Mehrwert bestehen kann – und zwar nicht in der Entwicklung und Skalierung technischer Lösungen und primär ökonomischer Perspektiven, sondern in neuen Formen koproduktiver Governance. Dabei bleiben wesentliche Herausforderungen und Fragen, was beispielsweise geeignete Formen und ein angemessenes theoretisches Verständnis von Skalierung sind. Es geht entsprechend auch nicht darum, Reallabore, die aktuell oft im Wesentlichen von Wissenschaft gemeinsam mit unternehmerischen Akteuren und zivilgesellschaftlichen Organisationen gestaltet werden, zur Lösung zu erklären. Genauso wenig sollten Intermediäre allein dafür zuständig sein, die Etablierung und Verbreitung von innovativen Ansätzen auf höheren Ebenen zu organisieren. Diese Akteure sind Teil eines sich verändernden Governance-Systems, koproduktive Prozesse haben hier durchaus Potenzial; aber Politik und Verwaltung haben weiterhin die demokratisch legitimierte Verantwortung zur Gestaltung und Umsetzung originär gesellschaftspolitischer Aufgaben. Worum es im Kern geht, ist eine Reflexion der veränderten Ansprüche an Innovationssysteme und der damit einhergehenden, teilweise sehr unterschiedlichen Rollen staatlichen Handelns. Aus einer Transformationsforschungsperspektive können Impulse in diese Richtung vor allem auch aus den lokalen Nischen, der Zusammenarbeit nichtstaatlicher Akteure in Reallaboren, erwachsen, indem sie koproduktive Governance-Kontexte aufmachen, an Politik und Verwaltung andocken und diese stellenweise sicherlich auch in Zugzwang bringen oder positiv motivieren bzw. Ressourcen zur Verfügung stellen. Das ist insofern wichtig, als Steuerungsanforderungen auf der einen Seite komplexer und umfänglicher werden, auf der anderen Seite die Steuerungsmöglichkeiten und -kapazitäten nicht automatisch gleichzeitig erweitern. Potenziell entstehen in Reallaboren auf lokaler Ebene Keimzellen für einen Wandel von unten, der übergeordnete innovationspolitische Debatten ergänzt, Stakeholder in ihrem direkten Umfeld einbindet und so auch die Grundlage schafft für die politische Auseinandersetzung und gesellschaftliche Willensbildung zur Legitimierung der politischen Neuausrichtung staatlichen Handelns. Dabei geht es weniger um Best Practices, die skaliert oder übertragbar gemacht werden, sondern um Beiträge zu einem größeren Diskurs über das Verständnis agiler und transformativer Innovationssysteme.

Literatur

Albats, E. (2021): Triple Helix Futures. In: *Triple Helix* 8(3), S. 393–403.

Augenstein, K.; Bachmann, B.; Egermann, M.; Hermelingmeier, V.; Hilger, A.; Jaeger-Erben, M.; Kessler, A. et al. (2020): From Niche to Mainstream: The Dilemmas of Scaling up Sustainable Alternatives. In: *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* 29(3), S. 143–147.

Beck, S.; Kriemann, M.; Luchmann, C. (2017): vhw-Studie »Stadtmacherinnen und Stadtmacher«. Bürgergesellschaft zwischen Government und Urban Governance. Vhw werkSTADT 11. Berlin: vhw-Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung e. V.

Boschma, R. (2005): Proximity and innovation: A critical review. In: *Regional Studies* 39(1), S. 61–74.

Botthof, Alfons et al. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik, Fraunhofer ISI Discussion Papers – Innovation Systems and Policy Analysis, Nr. 67, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

Bulkeley, H.; Marvin, S.; Voytenko Palgan, Y.; McCormick, K.; Breitfuss-Loidl, M.; Mai, L.; von Wirth, T.; Frantzeskaki, N. (2019): Urban living laboratories: Conducting the experimental city? In: *European Urban and Regional Studies* 26, 4, S. 317–335.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2021): Ressortkonzept zu Sozialen Innovationen.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.) (2019): Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore.

Cai, Y.; Etzkowitz, H. (2020): Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. In: *Triple Helix* 7(2–3), S. 189–226.

Carayannis, E. G.; Campbell, D. F. J. (2009): »Mode 3« and »Quadruple Helix«: Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. In: *International Journal of Technology Management* 46(3/4), S. 201–234.

Carayannis, E. G.; Campbell, D. F. (2010): Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. In: *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development* 1(1), S. 41–69.

CASS; ProClim (1997): Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel: Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden. https:// naturwissenschaften.ch/service/publications/75640-visionen-der-forschenden.

Coenen, L.; Raven, R.; Verbong, G. (2010): Local niche experimentation in energy transitions: A theoretical and empirical exploration of proximity advantages and disadvantages. In: *Technology in Society* 32(4), S. 295–302.

Davids, M.; Frenken, K. (2018): Proximity, knowledge base and the innovation process: Towards an integrated framework. In: *Regional Studies* 52(1), S. 23–34

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (1995): The Triple Helix – University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. In: *EASST review* 14(1), S. 14–19.

Fuglsang, L.; Hansen, V. A. (2022): Framing improvements of public innovation in a living lab context: Processual learning, restrained space and democratic engagement. In: *Research Policy* 51(1), S. 104390.Geels, F. W. (2005): Technological Transitions and System Innovations. A co-evolutionary and socio-technical analysis. Cheltenham: Edward Elgar.

Geels, F. W. (2010): Ontologies, Socio-Technical Transitions (to Sustainability), and the Multi-Level Perspective. In: *Research Policy* 39(4), S. 495–510.

Geels, F. W. (2011): The Multi-Level Perspective on Sustainability Transitions: Responses to Seven Criticisms. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1(1), S. 24–40.

Geels, F. W.; Schot, J. (2007): Typology of Sociotechnical Transition Pathways. In: *Research Policy* 36(3), S. 399–417.

Giddens, A. (1986): The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration. 1. paperback ed. Berkeley: Univ. of California Press.

Gornig, M.; Belitz, H.; Geppert, K.; Löckener, R.; Schiersch, A.; Werwatz, A. (2018): Industrie in der Stadt: Wachstumsmotor mit Zukunft. In: *DIW Wochenbericht* 85(47), S. 1003–1004.

Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. (2010): Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change. Routledge Studies in Sustainability Transitions. New York: Routledge.

Haddad, C. R.; Nakić, V.; Bergek, A.; Hellsmark, H. (2022): Transformative innovation policy: A systematic review. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 43, S. 14–40.

Honey-Rosés, J.; Stevens, M. (2019): Commentary on the Absence of Experiments in Planning. In: *Journal of Planning Education and Research* 39(3), S. 267–272.

Kern, K.; Haupt, W. (2021): Von Reallaboren zu urbanen Experimenten: Deutsche und internationale Debatten zu Skalierung und urbanen Nachhaltigkeitstransformationen. In: *Raumforschung und Raumordnung/Spatial Research and Planning* 79(4), S. 322–335.

Kuhlmann, S.; Rip, A. (2018): Next-generation innovation policy and grand challenges. In: *Science and public policy* 45(4), S. 448–454.

McPhearson, T.; Wijsman, K. (2017): Transitioning Complex Urban Systems: The Importance of Urban Ecology for Sustainability in New York City. In: Frantzeskaki, N.; Castán Broto, V.; Coenen, L.; Loorbach, D. (Hrsg.): Urban Sustainability Transitions. New York: Routledge.

Nevens, F.; Frantzeskaki, N.; Gorissen, L.; Loorbach, D. (2013): Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities. In: *Journal of Cleaner Production* 50, S. 111–122.

Raven, R.; Sengers, F.; Spaeth, P.; Xie, L.; Cheshmehzangi, A.; de Jong, M. (2019): Urban experimentation and institutional arrangements. In: *European Planning Studies* 27(2), S. 258–281.

Schot, J.; Steinmueller, W. E. (2019): New Frontiers in Science, Technology and Innovation Research from SPRU's 50th Anniversary Conference. In: *Research Policy* 48(4), S. 843–1090.

Sengers, F., Wieczorek, A. J.; Raven, R. (2019): Experimenting for sustainability transitions: A systematic literature review. In: *Technological Forecasting and Social Change* 145, S. 153–164.

Star, S.; L.; Griesemer, J. R. (1989): Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects: Amateurs and Professional in Berkley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. In: *Social Studies of Science* 19, S. 387–420.

Terstriep, J., Rehfeld, D.; Kleverbeck, M. (2020). Favourable social innovation ecosystem(s)? – An explorative approach. In: *European Planning Studies* 28(5), S. 881–905.

Voß, J.-P.; Bauknecht, D.; Kemp, R. (Hrsg.) (2006): Reflexive Governance for Sustainable Development. Glos, UK; Northampton, USA. Edward Elgar Publishing.

Wanner, M.; Bachmann, B.; von Wirth, T. (2021): Contextualising Urban Experimentation: Analysing the Utopiastadt Campus Case with the Theory of Strategic Action Fields. In: *Urban Planning* 6(1), S.-235–248.

Wanner, M.; Förster, A.; Brings, L.; Köckler, H.; Egermann, M.; Hampe, M.; Noltemeyer, S.; Strehle, I. (2022): Aufruf zum Trialog für räumliche Transformation: von der Projektpartnerschaft zum strategischen Lern- und Handlungsfeld. In: *Planung neu denken* 1, S. 228–252.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Berlin: WBGU.

Nachhaltigkeitsinnovationen im Mehrebenensystem – Rahmenbedingungen und Anforderungen für die kommunale Ebene im Klimawandel

Hilmar von Lojewski, Susanne Bieker

1. Einführung

Die Auswirkungen des Klimawandels sind zunehmend und unmittelbar durch weite Teile der Öffentlichkeit erfahrbar. Klimawandel ist von einem Expert*innenthema in den Mainstream gewandert. Starkregenereignisse und ihre Folgen, Trockenphasen über Wochen und Monate sowie Hitzestress in urbanen Räumen bauen für Politik und Verwaltungen Handlungs- und Lieferdruck für geeignete Lösungen auf. Der Klimawandel ist für die Spitzen der Stadt zum Thema Nummer eins geworden: Fast zwei Drittel der Oberbürgermeisterinnen und Oberbürgermeister benennen vor der aktuellen Energiekrise den Klimawandel als die Herausforderung mit dem höchsten Handlungsbedarf (difu 2022). Neben dem Handlungsdruck zum Klimaschutz, den Ausstoß der Klimagase schnell und nachhaltig zu reduzieren (Mitigation), rücken Maßnahmen zur wirkungsvollen Klimaanpassung (Adaption) in den Vordergrund.

Das sind keine neuen Themen und auch die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes ist nicht erst seit Fridays for Future und dem gesellschaftspolitisch bemerkenswerten Unterhaken von Zivilgesellschaft und Wissenschaft oder seit Beginn des Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine bekannt. Veränderungen auf kommunaler Ebene, in den Lebensräumen der Menschen, entlang der kommunalisierten Nachhaltigkeitsziele (SDGs), sind schon seit Jahren messbar (Bertelsmann Stiftung 2020). Gemessen an dem gefühlten Veränderungsdruck und faktischen Veränderungserfordernis verläuft die seit mehr als zehn Jahren allen interessierten und verantwortlichen Kreisen geläufige »Große Transformation« (WBGU 2011) nur sehr langsam und hinsichtlich des Klimawandels nicht im erforderlichen Ausmaß und nicht in der gebotenen Geschwindigkeit.

Klimaschutz und Klimaanpassung sind sektorübergreifende Themen, die in den Verwaltungen (teilweise) unterschiedliche Ressorts adressieren. Das ruft auf politischer, Akteurs- und Strukturebene nach neuen Wegen der Kooperation. Ne-

ben Politik und Verwaltung sind auch alle anderen lokalen und regionalen Akteure gefordert.

Zum Klimaschutz (Deutscher Städtetag 2021) und zur Klimaanpassung (Deutscher Städtetag 2019) hat der Deutsche Städtetag eine planungspraktische Übersicht zu den erforderlichen Maßnahmen zusammengestellt. Im Fokus stehen unter anderem Stadt- und Quartiersentwicklung, Städtebau, Mobilität, Freiflächensicherung, Entsiegelungsmaßnahmen und Begrünung, Pflege, Anpassung und Bewässerung von urbanem Grün, Maßnahmen zur Rückhaltung von Regenwasser, Boden-, Biotop- und Artenschutz – alles zusammengefasst unter dem Leitbegriff »dreifache Innenentwicklung«.[1] Allein im Bereich der grünen und blauen Infrastrukturen reicht das Spektrum von zivilgesellschaftlichen Pflege- und Pflanzaktivitäten im Wohnumfeld bis zu großmaßstäblichen technischen Maßnahmen zur Flutprävention und zur Wiederannäherung an den natürlichen Wasserkreislauf. Wir sprechen also über Menschen und Technologien, über Planverfahren und Allokationsentscheidungen, über Kooperation, Verantwortung und Konsumverhalten. Und angesichts des sich schnell erschöpfenden globalen CO_2-Kontingents und der drohenden Kipppunkte für den Klimawandel ist der Faktor Zeit wesentlich.

Städte werden aufgrund ihrer Dichte und Proximität von Infrastrukturen und Know-how sowie dem damit verbundenen Zusammenspiel sozialer und ökologischer Prozesse als Räume verstanden, die ein erhebliches Potenzial für die Entwicklung von Innovationen bergen (Bulkeley et al. 2011). Gleichzeitig ist das Wissen vorhanden, was im Kontext Klimaschutz und Klimaanpassung auf kommunaler Ebene geschehen muss. Klar ist auch, dass diese Maßnahmen zeitnah erfolgen müssen, um die Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen und die Risiken vor Ort durch Extremereignisse zu reduzieren. Dennoch liegt die Umsetzung weit hinter dem Bedarf zurück. Der folgende Beitrag wird sich der Frage »Was bringt Nachhaltigkeitsinnovationen auf kommunaler Ebene voran?« im Kontext von Klimaschutz, Klimaanpassung und der tiefgreifenden Energiekrise stellen. Dies erfolgt in einem Austausch von Wissenschaft und kommunaler Praxis. Dabei werden wir den Blick auf Akteure, Ressourcen, den politischen Rahmen und erforderliche Kommunikations- und Kooperationsstrukturen legen.

Da die Städte entgegen ihrer Selbstwahrnehmung nicht als dritte staatliche Ebene fungieren, sondern politisch-administrativ Bestandteil der Länder sind

---

1 Die dreifache Innenentwicklung sucht die bauliche und funktionale Innenentwicklung stets mit ergänztem und qualifiziertem Stadtgrün zu kombinieren. Hinzu tritt, klimaschonende Mobilitätsoptionen anzubieten und umzusetzen. Das hilft, mögliche negative Folgen baulicher Verdichtung (Versiegelung, Verkehrsaufkommen, Verletzlichkeit im Zuge des Klimawandels) von vornherein zu minimieren und die Weiterentwicklung von Städten und Quartieren klimaangepasst zu gestalten (vergleiche Region Köln/Bonn 2021 und Schubert et al. 2022).

und die Städte wie die Länder ihrerseits deutlich abhängig von den politischen, regulativen und fiskalischen Rahmensetzungen des Bundes sind, gehen wir trotz des Fokus auf Städte zwangsläufig von einem (räumlichen) Mehrebenenansatz zwischen Bund, Ländern und Kommunen aus. Bedingt durch sein weit in alle drei nationalen Ebenen diffundierendes regulatives Wirken ist Europa als zusätzliche vierte Ebene involviert.

Der Beitrag führt zunächst in den (nicht räumlichen, sondern transformationsforschungstheoretischen) Ansatz der Multi-Level-Perspective (MLP) von Geels ein (Geels 2002 sowie Geels/Schot 2007) und wendet diese auf die Herausforderungen unter dem Klimawandel auf kommunaler Ebene an. Ergänzt wird dies durch die Prinzipien der Nachhaltigkeit und der Suffizienz. Eine SWOT-Analyse visualisiert die Handlungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene, gefolgt von Reflexionen zum sozio-technischen System Stadt als Raum und Plattform zur Problemlösung. Der Beitrag leitet daraus Handlungsansätze auf kommunaler Ebene ab und schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

2. Nachhaltigkeitsinnovationen auf kommunaler Ebene

»Cities are where the battle for sustainable development will be won or lost.«

Das Zitat von Ban Ki-moon, Generalsekretär der Vereinten Nationen von 2007 bis 2016, spannt den Rahmen für diesen Beitrag auf. Allerdings spart es die ebenfalls erforderliche stadt-regionale Handlungsebene aus. Ob Mobilitätswende, Energiewende oder Klimawandel, das Handeln für erfolgreiche Transformationsprozesse findet auf kommunaler und regionaler Ebene statt. Die Kommunen spielen hier eine wichtige Rolle. Neben dem Raum der Transformation sind sie auch Akteur. Allerdings sind sie trotz der territorialen Eigenzuständigkeit und der vielbemühten »Planungshoheit« nur ein Akteur unter vielen im sozio-technischen System Stadt.

2.1 Die Stadt als sozio-technisches System am Beispiel des Klimawandels

Für die Beschreibung des sozio-technischen Systems Stadt und die Diskussion unserer Fragen stellt die Multi-Level-Perspective von Geels (2002 sowie Geels/Schot 2007) ein hilfreiches Modell dar. An ihm können die verschiedenen Elemente, ihr Zusammenwirken und ihre Wechselwirkungen diskutiert werden. Die Multi-Level-Perspective (MLP) beschreibt ein sozio-technisches System in drei Ebenen. Das soziotechnische *Regime* umfasst das Kernelement oder die Meso-Ebene des Modells. Das Regime im Sinne der Funktionsweise und des Zusammenwirkens von

Akteuren, Governance-Strukturen, Technologien und Infrastrukturen im kommunalen Raum spiegelt die Strukturen eines sozio-technischen Systems wider. In ihm manifestieren sich seine (Governance-)Strukturen, formellen Regeln (Gesetze, Standards, Regulierungen), Abläufe, politischen und sozialen Konstellationen und kognitive Regeln (zum Beispiel gesellschaftliches Problemverständnis, Sicht- und Vorgehensweisen). Sie drücken sich gleichermaßen in technischen Infrastrukturen wie in gesellschaftlichen Institutionen aus. Hinzu treten normative Elemente wie Verhaltensregeln oder der grundsätzliche Stellenwert von Kooperation und Kommunikation, auch jenseits der räumlichen Grenzen von Stadt.

Die Elemente des Regimes liegen als sozio-technische Grundlagen vor und können durch seine unterschiedlichen Akteure nicht individuell, sondern nur in einem konstruktiven Zusammenwirken beeinflusst werden. Insgesamt stellt das Regime im kommunalen Kontext damit ein sehr stabiles System dar. Es ist durch hohe Pfadabhängigkeiten, langfristige Bindungen, soziale Beziehungsgeflechte und Interessen unterschiedlicher Akteure des Systems sowie etablierte Funktionsweisen geprägt. Aus unserer Sicht wird es zu zeigen sein, dass diese Stabilität infolge von Brüchen in der *Landscape* und unerwarteten übergreifenden Dynamiken nicht automatisch und dauerhaft Bestand hat. Städte können insbesondere in dynamischen Situationen (wie in der Pandemie oder aktuell in der Energiekrise) durchaus in der Lage sein, den Änderungserfordernissen und der Änderungsdynamik Rechnung zu tragen. Veränderungen des Regimes werden als Zustandsveränderungen beschrieben, also von einem Zustand des sozio-technischen Systems in einen anderen (Geels/Schot 2007: 399; Loorbach/Rotmans 2010: 122). Diese Zustandsveränderungen entstehen durch das Zusammenwirken des Regimes mit den beiden anderen Ebenen des Systems: der *Landscape* und den *Nischen* (vergleiche Abbildung 1).

Die sozio-technische *Landscape* bildet das Makro-Level des Modells und steht für die exogenen Rahmenbedingungen des Systems, die sehr unterschiedlich sein können. Hierzu zählen politische oder klimatische Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Entwicklungen, religiöse oder kulturelle Werte, Naturkatastrophen oder auch die aktuelle Energienotlage. Die Beeinflussung der Landscape liegt daher außerhalb der Möglichkeiten der Akteure des Regimes und der Nischen. Veränderungen in der Landscape wiederum haben Einfluss auf das Regime und können, wie tagesaktuell erlebt, Druck ausüben und es verändern. Geels und Schot (2007) bezeichnen dies als »windows of opportunity for niche transformation«.

Nischen stellen das Mikro-Level des Modells dar und den Raum, in dem sich Neuerungen, Innovationen entwickeln. Nischen wirken als »Inkubationsräume« (Geels/Schot 2007) für neue (Technologie-)Entwicklungen, die sich hier zunächst abseits der etablierten Marktkräfte entwickeln können. Diese Entwicklung folgt den Interessen einzelner (einflussreicher) Akteure, die in neue Technologien und

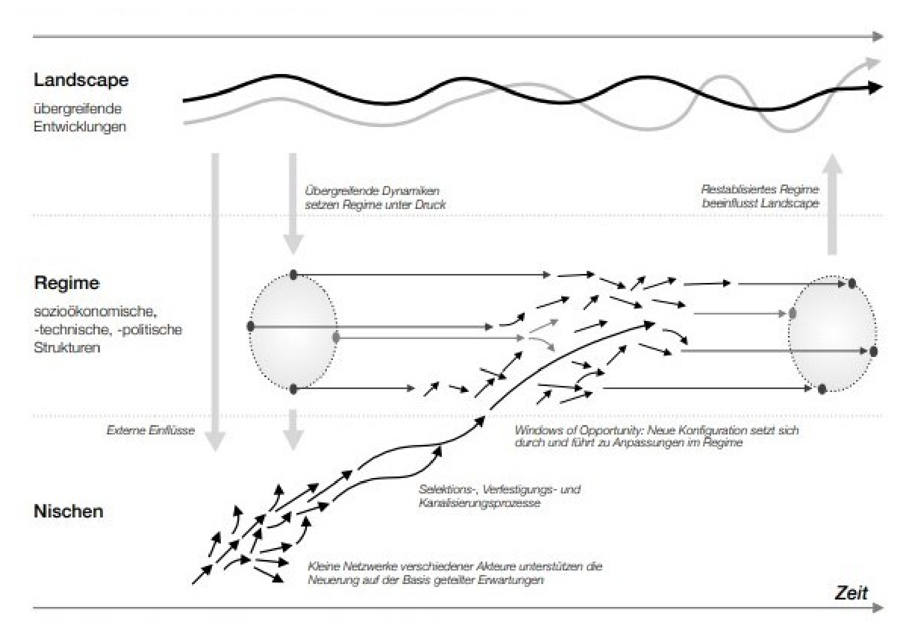


Abb. 1: Grundmodell der Multi-Level-Perspective nach Geels (vereinfacht)
Quelle: Schrape 2014, S. 2

Innovationen investieren. Dies können sowohl privatwirtschaftliche als auch staatliche Akteure sein, die bestimmte Interessen zur Veränderung des Regimes verfolgen. Nischen stellen – über das Grundmodell von Geels (2002) respektive Geels und Schot (2007) hinaus – daneben auch den Raum für nichttechnische Innovationen dar; diesem Verständnis folgend, verwenden wir im Kontext dieses Beitrages den Innovationsbegriff im Sinne von »Systeminnovationen« nach Schneidewind und Scheck (2013), also dem Zusammenwirken von technischen und sozialen Innovationen.

Wenn eine umsetzungsreife Innovation aus einer Nische eine Konstellation adressiert, die den Übergang aus der Nische in den Mainstream ermöglicht, kann es zu einer Veränderung des Regimes kommen. Die Technologie oder der Prozess findet also Eingang in das Regime. Oder aber die Landscape ändert sich so radikal (»Zeitenwende«), dass Innovationen aus den Nischen, auch unabhängig von ihrem Reifegrad, geradezu herausgespült werden, um das Erfordernis nach Transformation im Mainstream zu befördern.

Zur Diskussion der Frage, was Nachhaltigkeitsinnovationen auf kommunaler Ebene voranbringt, wollen wir zunächst den Betrachtungsrahmen beschreiben. Die **räumliche Ebene** definiert sich, häufig jenseits natürlicher, topografischer, funktionaler und auch regional-ethnischer Zusammenhänge, durch die adminis-

trativen Grenzen von Kommunen oder Landkreisen. Hierzu ist je nach Verfasstheit auch die regionale Ebene zu zählen. In diesen Räumen liegen die zugewiesenen Handlungsmöglichkeiten der kommunalen Akteure. Diese Eingrenzung schließt die Zusammenarbeit oder den Austausch zwischen administrativen Einheiten in Form interkommunaler oder Stadt-Land-Kooperation explizit nicht aus. Allerdings erfordert dies einen erheblichen Mehraufwand, der keineswegs immer honoriert wird. Nicht umsonst ist die Zahl derartiger Kooperationen überschaubar. Hier eröffnete sich ein weites Feld für eine gestärkte und umsetzungsorientierte Regionalplanung.

Die Kommune, die Verwaltung und die politische Ebene sind jedoch nicht allein handelnde respektive adressierte Akteure. Unser Verständnis adressiert und diskutiert daher alle mit kommunalem oder regionalem Raumbezug handelnden **Akteure**, also auch Zivilgesellschaft, Gewerbe und Industrie sowie Verbände und andere lokal-bezogene Gruppen in ihren unterschiedlichen Rollen und Konstellationen. Es erweitert damit das grundsätzliche Rollenverständnis von Akteuren in Transformationsprozessen von Geels und Schot (2010). Diese Akteure sind alle von den Wirkungen des Klimawandels betroffen. Sie werden hinsichtlich ihres unmittelbaren räumlichen Wirkungskreises ebenso adressiert wie hinsichtlich ihres global bezogenen Handelns im Kontext des Klimaschutzes.

Kritische Reflexion des Fokus auf Technologien als Transformationstreiber

Dieses Verständnis ist wissenschaftlich nicht sehr verbreitet, da die räumliche und inhaltliche Differenzierung sowie die Rollen von Zivilgesellschaft und anderen nicht-politischen oder wirtschaftlichen Akteuren nicht durchgängig thematisiert werden (Fischer/Newig 2016). Hinzu kommt, dass eine Integration dieser Gruppen zu weiteren Herausforderungen führt, da Rollenverständnisse, Aufgabenzuschnitte sowie Kommunikations- und Kooperationsformate stark variieren können und entsprechende Erfahrungswerte vielerorts fehlen (Wittmayer et al. 2017).

Eine andere Besonderheit im akteurszentrierten Ansatz liegt darin, dass er allen Involvierten ein hohes Abstraktionsvermögen abfordert. Dies resultiert daraus, dass mit den global gerichteten Klimaschutzmaßnahmen auf Jahrzehnte hinaus keineswegs gebietsbezogene Klimaveränderungen unwahrscheinlicher oder abgemildert werden. Die ausgesprochen indirekte Wirkungskette bei global gerichteten Mitigationsmaßnahmen, die für alle Akteure leicht nachvollziehbar ist, führt ohne gezielte Push- oder Pull-Maßnahmen zu einem gewissen Fatalismus und Attentismus: Was kann durch die lokal generierten Klimaschutzmaßnahmen und die mit hohem Aufwand eingesparten Klimagase schon erreicht werden? Dann »kann man sich den Aufwand auch sparen«, zumindest dann, wenn er individuelle Verhaltensänderungen und individuell zuzurechnende materielle Leistungen erfor-

dert. Anders verhält es sich bei den Adaptionsmaßnahmen. Hier ist eine direkte Wirkung über einen überschaubareren Zeitraum wahrnehmbar: Temperaturverringerung, höherer Aufenthaltskomfort, gegebenenfalls geringere Versicherungsprämien aufgrund verbesserten Überflutungsschutzes. Der Aufwand für Adaptionsmaßnahmen erscheint daher deutlich leichter kommunizierbar und durchzusetzen als der Aufwand für Mitigationsmaßnahmen.

Die Folgen des Klimawandels üben also Druck auf unterschiedliche Handlungsebenen und die ihnen immanenten Systeme aus. Dieser Druck führt zur Umsetzung aufgeschobener Maßnahmen und auch technischen und instrumentellen Innovationen: Beispielsweise führen Starkregenereignisse und ihre Folgeschäden zu innovative(re)n Präventionsmaßnahmen. Zusätzliche technische Lösungen zur Rückhaltung von Wasser, Aufweitung von Überschwemmungsgebieten, Sicherung von Flussufern und der Fokus auf Resilienz beim Bau oder der Sanierung von Gebäuden werden umgesetzt. Wie auch in der originären MLP (Geels 2002; Geels/Schot 2007) setzen Menschen Innovationen gerne mit Technologien gleich. Der Gedanke ist einfach nachvollziehbar: Wenn die Technologie die Effizienz beispielsweise unserer Mobilität, unseres Wasserverbrauchs oder unseres Wohn- und Lebenskomforts erhöht, besteht kein Grund für Veränderungen im Regime. Menschen mögen keine Veränderungen, sondern Stabilität und Komfort – und selbst, wenn sie wissen, was richtig ist, tun sie es noch lange nicht. Die Gründe hierfür liegen in nicht zu unterschätzendem Umfang im psychosozialen und human-evolutionären Bereich (Leitschuh 2016).

Nur langsam und in (noch viel zu wenigen) Einzelfällen werden innovative oder »vernünftige« Lösungen umgesetzt: Vermeidung unnötiger Verkehre, Nutzung des Umweltverbundes in der Mobilität, flächensparendes Bauen und Wohnen, Einsatz regenerativer Energien für die Strom- und Wärmebereitstellung, die Annäherung des urbanen an den natürlichen Wasserkreislauf etc. Dies ist nur kaum mit fehlenden technischen Innovationen zu begründen, die in Nischen entwickelt längst zur Verfügung stehen. Vielfach liegen die Herausforderungen jenseits der individuellen Entscheidungsabläufe und -ergebnisse in etablierten Prozessen des Regimes, die nicht passfähig für alternative Lösungen sind. Das betrifft Kooperations- und Kommunikationsstrukturen ebenso wie Betriebsstrukturen oder -modelle und Genehmigungsprozesse, in großen Pfadabhängigkeiten etablierte Infrastrukturen und fehlende respektive ungenutzte Gelegenheitsfenster. Diese wären womöglich imstande, bestimmte Pfadabhängigkeiten zu mindern oder aufzuheben. Allerdings bedarf ihre Wirksamkeit ganz erheblicher institutioneller Energie, des Mitteleinsatzes jenseits eingeübter Routinen und gewiss auch des Engagements von Individuen, die die oben genannte Routine »Warum wir nicht tun, was wir für richtig halten« (Leitschuh 2016) zu durchbrechen suchen.

2.2 Neues Leitbild der Nachhaltigkeit in Kommunen – Nachhaltigkeit nachjustieren, Suffizienzprinzipien verfolgen, Resilienz üben

Nachhaltigkeit »critically revisited«

Der Nachhaltigkeitsbegriff ist seit dem Brundtland-Bericht in alle Bereiche der planerischen und politischen Terminologie, aber auch des »Marketing-Sprechs« der Konsumindustrie diffundiert. Das Verständnis von Nachhaltigkeit, Ressourcen- und Klimaschutz ist in vielen Kommunen von der ersten Rio-Konferenz und den globalen Folgekonferenzen zu Klima (COPs), Nachhaltigkeit (2030-Agenda) und Stadtentwicklung (HABITAT) beeinflusst.

Der Sinngehalt des Nachhaltigkeitsbegriffs ist über seine Durchdringung aller Lebens- und Konsumbereiche verloren gegangen: Nicht mehr entnehmen als hinzugefügt wird. Dem Erfolg der breiten Rezeption des Begriffs steht in der Anwendungspraxis seine weitgehende Entwertung gegenüber. So gut wie kein Produkt, das für sich »Nachhaltigkeit« in Anspruch nimmt, ist imstande, diesem simplen Grundsatz zu genügen. Das Versprechen nachhaltiger Entwicklung und das für die Vermittlung des Nachhaltigkeitsprinzips genutzte Nachhaltigkeitsdreieck aus wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Belangen wird dadurch ad absurdum geführt. Denn wenn das Gewicht der Umweltbelange im Nachhaltigkeitsdreieck ihrer existenziellen Bedeutung entsprechend zunehmen soll, müsste es um ein Vielfaches gesteigert werden. Das zöge eine Neugewichtung der sozialen und wirtschaftlichen Belange nach sich, um das Dreieck wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Eine solche Umverteilung der Gewichte scheint kaum zu bewerkstelligen – sie erforderte eine grundlegend andere Art des Wirtschaftens, Brüche in Produktion, Versorgung und Verteilung, die politisch und gesellschaftlich nicht umsetzbar erscheinen. Das führte womöglich zu massiven Einbrüchen auch eines qualitativen Wirtschaftswachstums. Das aber wird als Treiber für die Große Transformation als unverzichtbar angesehen.

Zusammenspiel von Nachhaltigkeit und Suffizienz

Zunehmend ergänzen Kommunen, einer Initiative des Deutschen Städtetages folgend, das Nachhaltigkeitsprinzip für die operationale Dimension um das Suffizienz-Prinzip. Dieses geht auf die Arbeiten der Gruppe »Neue Wohlstandsmodelle« am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie in den 1990er Jahren zurück. Dort wurden drei Wege zu neuen Wohlstandsmodellen diskutiert: weniger – Suffizienz, besser – Effizienz, anders – Konsistenz (Winterfeld 2007). Der Suffizienzbegriff wurde bislang als »Verzichtsideologie« verstanden, sodass ihm kein großer Erfolg beschieden war (Wuppertal Institut 2002). Dies spart aber die anderen

beiden Dimensionen Effizienz und Konsistenz aus. Für eine stärker wirkungsorientierte Umsteuerung, als sie das Nachhaltigkeitsdreieck offenbar liefern konnte, sollte daher das Nachhaltigkeitsdreieck um ein Suffizienzdreieck (vergleiche Abbildung 2) ergänzt werden. Denn Suffizienz hat deutlich mehr zu bieten als nur Verzicht: Das Suffizienzdreieck bietet drei operationale Dimensionen an – die *Konsistenz*, die *Effizienz* und die *Adäquanz*.

Konsistenz bedeutet, anders zu produzieren, Rohstoffkreisläufe zu nutzen und ihnen im ursprünglichen Sinn der Nachhaltigkeit nicht mehr zu entnehmen als hinzuzufügen. Das heißt, Produktionsprozesse ressourcenneutral anzulegen. Das führt nicht zwangsläufig zu einer grundlegenden Abkehr von gegenwärtig eingesetzten Verfahren in der Produktion, wohl aber erfordert es ein »anders« Produzieren, also beispielsweise strikte Neutralität beim Ausstoß von Klimagasen. Das schließt neben Stoff- und Energiekreisläufen auch ein, Produkte anstatt zur finalen Konsumption (»hin und weg«) zur mehrfachen Nutzung bereitzustellen und dem Produzenten zur Erneuerung und Wiedernutzung wieder zuzuführen (»hin und wieder zurück«).[2]

Effizienz ist bereits gut eingeführt. Konsument*innen können sie wahrnehmen und materiell unmittelbar spüren: Energie auf Basis erneuerbarer Energieträger nutzen und gleichzeitig bei gleicher Leistung weniger Energie aufwenden. Leider hat das Effizienzprinzip nicht sektorübergreifend zu der gewünschten Wirkung geführt – die gewonnene Effizienz wird seit Jahrzehnten in Leistungssteigerungen und differenziertere Produkte investiert. Das bedeutet, dass Effizienz nicht ohne Konsistenz und Suffizienz für mehr Nachhaltigkeit sorgt. Andernfalls ist sie lediglich Wegbereiterin für den vielfach erlebten Rebound-Effekt. *Adäquanz* bedeutet jenseits von Verzicht Angemessenheit als eine kontinuierliche (Selbst-)Kontrolle von Bedarfen, Vermeiden von Überflüssigem, Mehrfachnutzen von Geschaffenem und Weiternutzen des Bestands anstelle der Neubeschaffung. Der Bestand wiederum sollte den sich ändernden Bedürfnissen angepasst und stetig weiter qualifiziert werden. Das muss immer die erste Option gegenüber der Neubeschaffung sein.

2 Dem Prinzip des Stoffkreislaufs liegt das Cradle-to-Cradle-Konzept (C2C) zugrunde (Braungart/McDonough 2014). Es könnte als integraler Bestandteil des Leitbilds der Suffizienz verstanden werden, verspricht es doch, Produkte deutlich langlebiger werden zu lassen, als sie es gefühlt und de facto sind. Nutzen soll Kaufen ablösen. Allerdings gehen die Autoren explizit nicht davon aus, dass zwingend weniger produziert (und konsumiert) werden müsste – sie sehen die Voraussetzung für Überfluss vielmehr in einer kompletten Umstellung der Produktion auf Vollrezyklierbarkeit von Produkten. Damit erteilen sie der Adäquanz im Suffizienzprinzip (insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Energiebedarfe für eine vollständige Rezyklierbarkeit von Produkten) eine deutliche Absage. Ob die gerechtfertigt ist, muss sich an der Breitenwirkung der C2C-Idee festmachen. Es ist unwahrscheinlich, alle Produkte in den nächsten 25 Jahren C2C-konform und energieneutral zu produzieren. Zumal der Startpunkt der Produktion auf C2C-fähige Produkte und ihre schnelle Marktdurchdringung angewiesen ist.

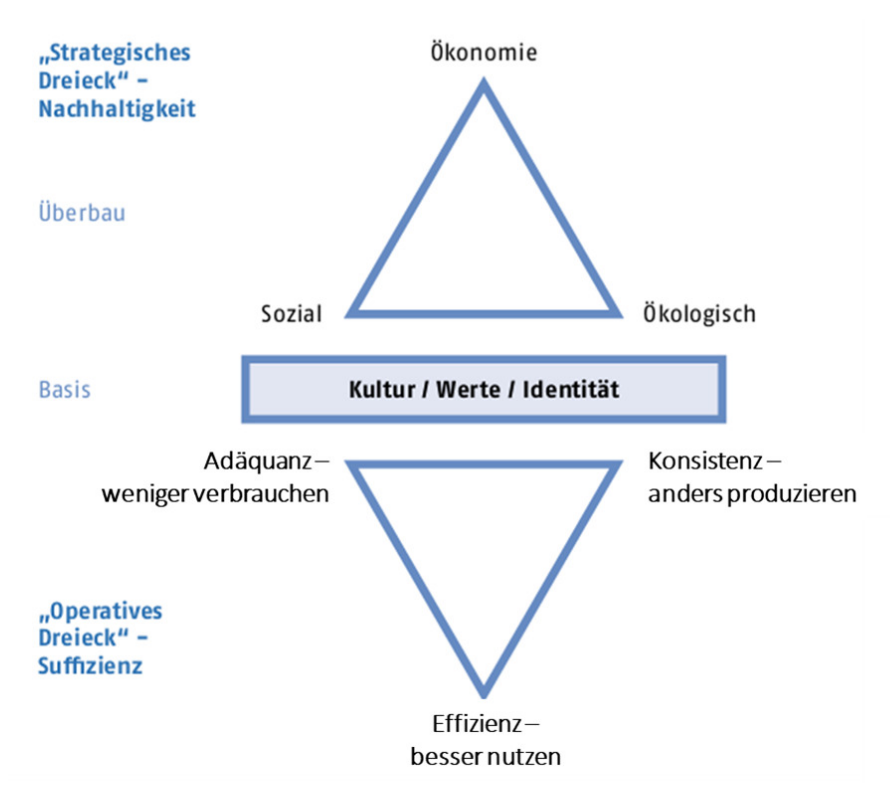


Abb. 2: Zusammenspiel von Nachhaltigkeits- und Suffizienzdreieck
Quelle: Lojewski 2022, S. 209 (angepasst)

Dies ist zumindest so lange geboten, wie das Produzieren für die Neubeschaffung nicht emissions- und ressourcenneutral erfolgen kann.

Alle Prinzipien des Suffizienzdreiecks sind gut messbar. Eingetragene Energie und natürliche Ressourcen, die Verwendung von Rezyklaten, die Nutzungsdauer und Mehrfachnutzung – alle Dimensionen erlauben Messbarkeit, das Setzen von Zielwerten, nachvollziehbares Monitoring und eine Beweisführung, wirklich nachhaltig zu produzieren, zu nutzen oder zu konsumieren.

Die Prinzipien der Nachhaltigkeit und Suffizienz werden in der Fachdiskussion mittlerweile durch Forderungen nach mehr *Resilienz* verstärkt. Diese ließe sich auch der Konsistenz zuordnen – eine solche Neuordnung kann in diesem Rahmen jedoch nicht geleistet werden. Auch zur Resilienz gibt es Begriffsunklarheit. Dem medizinisch-kurativen Sektor entlehnt, bedeutet Resilienz schlichtweg das Zurückschwingen aus einem krisenhaften oder Krankheitszustand in einen Zustand der Stabilität, in aller Regel einen Zustand ex ante. So verstanden, greift Resi-

lienz im Kontext der Großen Transformation aus heutiger Sicht jedoch zu kurz. Ein krisenhafter Zustand kann nicht durch einen Zustand ex ante überwunden werden. Vielmehr sehen wir den Bedarf eines im bildhaften Sinne rückschwingenden Pendels auf einen neuen, nicht auf den bisherigen Pfad. Das Pendel muss angesichts des Veränderungsdrucks ein gehöriges Stück weiter auf dem Transformationspfad einschwingen. So muss beispielsweise die aktuelle Energiekrise das Gemeinwesen in Sachen Klimaneutralität und Ressourcenschutz voranbringen.

Über den richtigen Mitteleinsatz für mehr Resilienz besteht Uneinigkeit. Nach unserem Dafürhalten dürfen die eingesetzten Mittel nicht nur einem Zweck dienen. Sie müssen, wie am Beispiel Überflutungsschutz vielfach erprobt, mehreren Bedürfnissen dienen, wie etwa Überschwemmungsschutz, Freiraumgestaltung, Freizeit und Erholung. Auch die Frage, ob resiliente Infrastrukturen Schäden verhindern oder Resilienz auch bedeuten kann, Schäden in Kauf zu nehmen, bedarf sorgfältiger Abwägung über Schadensszenarien. Ob Pumpen oder Dämme Überschwemmungen verhindern oder Überflutungen über Retentionsräume weiträumig verteilt oder Gebäude »überflutungsfähig« gestaltet werden, muss vor Ort entschieden werden. Die geeigneten Mittel für mehr Resilienz müssen sich an den vorgenannten Prinzipien der Suffizienz orientieren. Resilienzkonzepte ohne Suffizienz mögen zu mehr Sicherheit führen, allerdings muss sich mehr Sicherheit gegenüber Natur- oder technischen Katastrophen auch einer Gesamtbilanz des Klima- und Ressourcenschutzes stellen.

Von besonderem Interesse ist nun, wie das sozio-technische System Stadt diese Erkenntnisse zur Nachhaltigkeit, Suffizienz und Resilienz und das Wissen um Erforderlichkeit, Know-how und Technologien zu Mitigation und Adaption in aktiven kommunalen Klimaschutz und wirksame Klimaanpassung übersetzen kann. Eine näherungsweise Positionsbestimmung soll die folgende »holzschnittartige« SWOT-Analyse ermöglichen.

2.3 SWOT-Analyse des sozio-technischen Systems Stadt im Kontext des kommunalen Klimaschutzes und der kommunalen Klimaanpassung

Der Beitrag analysiert die Gemengelage aus Akteuren, Ressourcen und politischem Rahmen auf kommunaler Ebene im Verhältnis zu den »To-dos« in Sachen Nachhaltigkeit, Suffizienz und Resilienz mithilfe einer SWOT-Analyse. Worin liegen die wesentlichen Stärken, die Schwächen, die Chancen und Risiken des Zusammenwirkens der infrastrukturellen, sozialen und politischen Strukturen auf kommunaler Ebene, wenn Veränderung im Zeichen des Klimawandels und des Verlusts an natürlichen Ressourcen erforderlich ist? Abbildung 3 fasst die wesentlichen Faktoren, die dieser Beitrag diskutiert, in einer Übersicht zusammen. Akteursbezogene

Faktoren (Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft) sind *grün* dargestellt, ressourcenbezogene Aspekte *blau* und den politischen Rahmen betreffende Elemente in *Rot*. Die Stärken und Schwächen beschreiben die gegenwärtige Situation, Chancen und Risiken beziehen mögliche Veränderungen im sozio-technischen System mit ein und diskutieren deren potenziell fördernde (Chancen) und hemmende Einflüsse (Risiken) auf mehr Nachhaltigkeit, Suffizienz und Resilienz.

Stärken

Elementare Stärke der kommunalen Ebene ist die Kenntnis der lokalen Situation. Trotz etwaiger komplexer Akteursstrukturen oder räumlicher Zusammenhänge ist den lokalen Akteuren in Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft die spezifische Situation und deren Entwicklung(en) in den vergangenen Jahren im Regelfall bekannt. Dies umfasst neben den Potenzialen und – personellen wie finanziellen – Kapazitäten der verschiedenen Akteure auch die infrastrukturelle Situation und etwaige (Handlungs-)Bedarfe. Eine weitere Stärke liegt im administrativen Handlungsrahmen. Auch wenn Vorgaben der europäischen, Bundes- und Landesebene zu beachten sind, liegen noch beträchtliche Handlungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene: Vorgaben können sowohl auf strategischer Ebene (beispielsweise Klimanotstand als strategischer und planerischer Handlungsrahmen) als auch auf operativer Ebene (Satzungen, Bauleitplanung, öffentlich-rechtliche Verträge, öffentliches Bauen, Vollzug von Regelwerken) erfolgen. Eine weitere Stärke liegt in der unmittelbaren Betroffenheit durch positive externe Effekte von Klimaanpassungsmaßnahmen: Blaue und grüne Infrastrukturen zur Starkregenvorsorge beispielsweise verbessern die Aufenthaltsqualität und das Kleinklima vor Ort, verringern Hitzebelastungen und reduzieren gegebenenfalls sogar Versicherungskosten, wirken also spürbar und ohne großen zeitlichen Versatz vor Ort. Auch Maßnahmen des Klimaschutzes können in begrenztem Umfang unmittelbare Wirkungen auf die lokale Ebene haben, etwa durch reduzierte Energiekosten oder geringere Emissionsbelastungen.

Schwächen

Die Betroffenheit von Maßnahmen(wirkungen) in Form der lokalen Finanzierung und gegebenenfalls räumlicher Veränderung stellt gleichzeitig auch eine Schwäche dar: Lokal müssen finanzielle Mittel, die häufig knapp bemessen sind und in Zielkonflikten mit anderen Aufgaben auf kommunaler Ebene stehen, bereitgestellt werden. Gleichzeitig können räumliche Anpassungen erforderlich sein, wie bei multifunktionalen Flächennutzungen oder der Umwidmung von Verkehrsflächen für alternative Nutzungen. Zudem sind in der Verwaltung neue und ressortüber-

greifende Aufgaben wie für Klimaschutz und -anpassung in aller Regel nicht mit ergänzenden personellen oder finanziellen Ressourcen hinterlegt.

Chancen

Neben der Beurteilung der aktuellen Situation geben die Chancen einen Einblick in potenzielle positive Entwicklungen. Die unmittelbare Betroffenheit und die Spürbarkeit des Klimawandels auf kommunaler Ebene können als Motivationsmoment genutzt werden: Informationen für nicht öffentliche Akteure auf kommunaler Ebene, also der Zivilgesellschaft und lokaler Wirtschaft, können dazu beitragen, auch diese Teile der Stadtgesellschaft zum Handeln zu aktivieren. Klimaschutz und Klimaanpassung sind allein aufgrund des Zeitdrucks keine alleinige Aufgabe der kommunalen Daseinsvorsorge; alle lokalen Akteure sind gefragt und in großen Teilen auch willig, sich aktiv einzubringen und Beiträge zu leisten (vergleiche Kapitel 3.3). Dieses (finanzielle und kapazitative) Potenzial und Know-how gilt es, durch Information, Austausch, Vernetzung und Förderung zu aktivieren und zu nutzen. Gleichzeitig bietet sich der Kommunalpolitik eine große Chance: Veränderungen haben positive Wirkungen auf die Lebensqualität vor Ort – dies kann mit der richtigen Kommunikation auch als Erfolg einer lokalen politischen Ausrichtung und Handlungsfähigkeit gewertet werden und auch über die aktuelle Wahlperiode hinaus Zuspruch bei Wähler*innen finden. Zudem können positive Veränderungen der Aufenthaltsqualität, der Sicherheit, des Kleinklimas etc. auch zur Standortsicherung beitragen und die Attraktivität für Unternehmen und Zivilgesellschaft, also kommunale Steuerzahlende, langfristig stabilisieren oder sogar verbessern.

Die sich aktuell überlagernden Krisen – Krieg, Energie, Lieferketten – stoßen allen Herausforderungen zum Trotz auf kommunaler Ebene bereits Veränderungen an. Die Bereitschaft vieler Akteure, anders zu denken und neue Lösungen und Wege zu finden, ist vorhanden. »Undenkbare« Maßnahmen, wie dem Pkw-Verkehr Fahrspuren wegzunehmen und dem Radverkehr zur Verfügung zu stellen, wurden als »Pop-up-Radwege« Wirklichkeit. Ein anderes Beispiel ist das 9-Euro-Ticket: Drei Monate für 27 Euro bundesweit den öffentlichen Nah- und Regionalverkehr zu nutzen, eröffnete Öffentlichkeit, Politik und den Betreibern völlig neue Perspektiven öffentlich-rechtlicher Machbarkeiten, und die beschlossene Fortsetzung des Deutschlandtickets spiegelt die Nachfrage in der Bevölkerung wider.

Risiken

Im Klimaschutz darf der Handlungsbedarf als anerkannt gelten. Allerdings wird die Erwartungshaltung, Maßnahmen zur Einhaltung des 1,5-Grad-Zieles zu erle-



Abb. 3: SWOT-Analyse: Übersicht der Stärken und Schwächen des sozio-technischen Systems Stadt hinsichtlich des Handelns unter dem Klimawandel
(Akteure = grün, Ressourcen = blau, politischer Rahmen = rot)
Quelle: eigene Darstellung

ben, nicht durchgängig tragen. Auch sind die Haltung »Warum sparen wir und nicht die anderen …?!« und das auch im politischen Raum immer wieder bemühte Argument des »2-Prozent-Beitrags« Deutschlands zu den CO_2-Emissionen noch weit verbreitet. Wenn der Beitrag zum Klimaschutz spürbare Einbußen am verfügbaren Einkommen und Beschränkungen des eigenen Konsumverhaltens nach sich zieht, könnte sich die Akzeptanz für den kommunalen Klimaschutz und damit die lokale Handlungsbereitschaft (auf freiwilliger Basis) in größeren Teilen der Bevölkerung wieder ins Gegenteil verkehren. Gute Kommunikation kann hier einen Bei-

trag leisten, das Risiko jedoch nicht ausschließen, dass Veränderungen als Komfortverlust oder Einschränkungen empfunden werden. Hinzu kommt der Blickwinkel lokaler Akteure, der vielfach »nach innen« gerichtet ist (»Das haben wir immer schon so gemacht!« oder »Wie soll das unter unseren Rahmenbedingungen funktionieren?«), und gegebenenfalls auch fehlendes Know-how zum Bedarf an Veränderung, fehlende Kenntnisse von Technologien, Wirkungen und auch Finanzierungsunterstützung.

Im Bereich der Klimaanpassung besteht zudem das Risiko, dass lokale Ereignisse zwar zunehmend wahrscheinlicher werden, die hohen Kosten für präventive Maßnahmen aber aufgrund der unklaren Eintrittswahrscheinlichkeit vor Ort (»Vielleicht trifft es uns ja nicht oder nicht so schlimm …«) noch vielfach gescheut werden. Das reicht von der Ablehnung einer Elementarversicherung für alle Haushalte als Solidarbeitrag für Schadensereignisse bis zur überproportionalen Belastung besonders schadensexponierter Kommunen. Auch fehlen im Bereich der Klimaanpassung rechtliche Vorgaben zur Umsetzung, wie sie im Klimaschutz zu finden sind. Zudem steigt das Risiko bei knappen kommunalen Haushaltslagen und nach der Mitte kommunaler Wahlperioden. Schließlich kann fehlendes Know-how in der Zivilgesellschaft oder bei anderen lokalen Akteuren mit einer geringeren Bereitschaft (Ressourcenbereitstellung ebenso wie Akzeptanz kommunaler Maßnahmen) für lokalen Klimaschutz und lokale Klimaanpassung einhergehen. Selbst wenn vorgenannte Effekte nicht eintreten, besteht noch das grundsätzliche Risiko, dass Innovationen und tatsächliche Einsparungen durch Rebound-Effekte wieder aufgehoben werden.

3. Handlungsansätze auf kommunaler Ebene

Die SWOT-Analyse und Reflexionen zum sozio-technischen System Stadt zeigen verschiedene Ansatzpunkte zur Gestaltung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsinnovationen auf kommunaler Ebene auf. Das folgende Kapitel erörtert den (kommunal)politischen Handlungsrahmen und dessen Limitationen.

3.1 Die Rolle der Städte

Städte betrachten sich als Durchführende der erforderlichen Transformationsprozesse. Allerdings brauchen sie für die Umsetzung personelle und fiskalische Mittel, rechtliche Grundlagen und Forschungs- und Umsetzungsförderung durch die Mittelgeber auf den anderen Ebenen (EU, Bund und Länder). Diese sollen Veränderungen ermöglichen und Transformation nicht in Strategien und Plänen

versanden lassen oder sich in wenigen »Leuchtturmprojekten« erschöpfen. Städte können aber auch Bremserinnen von Veränderung sein, wenn sie sich dem Veränderungsdruck nicht gewachsen fühlen und – trivial wie zentral – die politischen Mehrheiten für die durchzuführenden und häufig haushaltsrelevanten Maßnahmen nicht stehen oder sie sich erwartbaren oder auch unerwarteten Widerständen ausgesetzt sehen. Denn viele dieser Maßnahmen sind aus guten Gründen nicht den Pflichtaufgaben zuzurechnen und finden nicht von vornherein politische Mehrheiten oder stadtgesellschaftliche Zustimmung. Freiwillige Aufgaben sind gegenüber den Pflichtaufgaben nicht prioritär und können in aller Regel nur über Förderungen realisiert werden. Die Förderrichtlinien wiederum sind vielfach so kleinteilig ausgestaltet, dass sie ein hohes Maß an Overheads auf allen Ebenen absorbieren und zu erheblichen Ineffizienzen führen (PD 2021). Hinzu kommt, dass zahlreiche Kommunen nicht Herrinnen ihrer Haushalte sind. Nothaushalte, vorläufige Haushaltsführung, restriktive Genehmigungen von Haushalten und schlichtweg fehlende Ausfinanzierbarkeit von zentralen Vorhaben für Klimaschutz und Klimaanpassung führen schnell zu maßgeblichen Fristverlängerungen. Hinzu tritt aktuell angesichts der Baukostensteigerungen, die für viele Städte je nach Vorhaben Amplituden von 15 bis 150 Prozent bereithalten, sogar die Notwendigkeit, Vorhaben zu suspendieren oder zulasten zukünftiger Vorhaben durchzuführen.

3.2 Der kommunalpolitische Rahmen

Die Rolle von Oberbürgermeister*innen und Bürgermeister*innen sowie der gewählten Repräsentant*innen in Stadt- und Gemeinderäten wird durch die kommunale Verfasstheit landesspezifisch und mit großer Bandbreite in der Ausgestaltung bestimmt. Das Spektrum variiert von Stadtspitzen als Chef*innen der Verwaltung und Vorsitzende des Stadtrats in einigen Ländern bis zur Rolle in der hessischen Kommunalordnung als »Gleiche/r unter Gleichen«. Aber trotz der sehr unterschiedlichen Verfasstheit der Städte und Gemeinden in Deutschland bildet sich diese Unterschiedlichkeit bei der gesellschaftlichen Zuweisung von Rollen und Erwartungen gegenüber der Stadtspitze nicht ab: Von Öffentlichkeit, Presse und auch der Landes- und Bundesebene wird stets alles und jedes von den Oberbürgermeister*innen und Bürgermeister*innen erwartet. Alle relevanten Themen sind samt und sonders Chef*innensache, immer wird Führung, Durchsetzungskraft und Lieferung der erwarteten Leistungen erwartet. Und das, obwohl sich dies in den gesetzlich zugewiesenen Aufgaben nicht abbildet.

Daher stellt sich die Frage, ob der Rucksack an Aufgaben der Stadtspitzen (»kommunale Pflichtaufgaben«) noch voller gepackt werden muss und sollte. Als Alternative drängt sich das vielfach praktizierte komplementäre Modell kommu-

naler Governance auf, das den Chef*innen der kommunalen Ressorts deutlich mehr Verantwortung für die fachliche Zielerreichung auch jenseits der Pflichtaufgaben zuweist. Damit einher ginge auch die wechselseitige Verpflichtung der Ressorts, sowohl die Ziele der Pflicht- als auch der freiwilligen Aufgaben miteinander und nicht in Konkurrenz zueinander zu erreichen. Dieses kooperative Modell würde auch helfen, die politischen Leitungsfunktionen in den Städten unterhalb der Stadtspitzen in den transformationsrelevanten Bereichen fachpolitisch anstatt parteipolitisch und an Wahlperioden orientiert zu besetzen. Die zunehmende Anzahl parteipolitisch ungebundener Fachleute in Wahlbeamtenpositionen der Städte erscheint ermutigend, wenn sie ein (fach)politisches Mandat des Stadtrats haben. Schließlich kann dieses Modell auch dazu führen, zeitintensive politische Auseinandersetzungen um den richtigen Weg zu mehr Klimaschutz, -anpassung und Ressourcenschutz sowie einer neuen Energiepolitik in den Städten stärker fach- als parteipolitisch zu konnotieren. Das würde zu einer stärker fachpolitisch getragenen Umsetzung der hierfür erforderlichen Maßnahmen führen. Für die planende und bauende Verwaltung würde dies zudem eine maßgebliche Erleichterung und Beschleunigung von Planungs- und Bauverfahren ermöglichen.

3.3 Die endogenen Treiber und Hemmnisse

Eine politisch-administrative Reduzierung der Komplexität der Transformation auf kommunaler Ebene und das Herunterbrechen auf konkrete Programme und Projekte macht es in der Außensicht womöglich leichter, Transformation in den Kommunen voranzutreiben. Allerdings sehen sich die Kommunen vielerlei endogenen Treibern und Hemmnissen ausgesetzt. Einige seien beispielhaft kurz berührt: Die Kommunalpolitik trägt die Verantwortung, Entscheidungen zu Zielen, Maßnahmen und erforderlichen Budgets zu treffen. Auch wenn sich zusehends der Eindruck breitmacht, die Triebkräfte erheblicher Teile der Bevölkerung seien auch jenseits individueller und kollektiver Formen des Protests inzwischen deutlich mehr auf Transformation gerichtet als die der Kommunalpolitik selber, greift dieser Eindruck zu kurz. Die fiskalischen, administrativen und verfahrensseitigen Herausforderungen wurden schon berührt. Zusätzlich ist der fraglos wichtigste Treiber oder Hemmer der Transformation der Städte die Haltung der gewählten Stadträt*innen: Schlussendlich bestimmen sie über Inhalte und Prioritäten von Programmen und Projekten, zusätzliche Personalstellen, Mittelfreigaben und vieles andere mehr. Daher sind neben Mehrheiten auch Haltungen, Kenntnisse und Transformations- und Innovationswillen der Räte von entscheidender Bedeutung. Idealerweise laufen Verwaltungsspitzen und Stadträte mit ihrem Transformationswillen konform und werden zudem noch begleitet

von fiskalischer Handlungsfähigkeit und gesetzlichen Rahmenbedingungen, die das Umsetzen erleichtern helfen.

Zu den stadtspezifischen endogenen Faktoren zählt fraglos auch die Zusammensetzung der Bevölkerung. Sie kann Transformation zu Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Klimaanpassung maßgeblich beeinflussen. Dies kann an der Milieuverteilung und der Haltung der unterschiedlichen Milieus zur Nachhaltigkeitsaspekten festgemacht werden (Borgstedt/Schleer 2019): Das Thema einer gesunden Umwelt ist zwar gesellschaftlich breit akzeptiert. Den letzten Zahlen der Milieu-Studien des SINUS-Instituts zufolge halten 86 Prozent der Gesamtbevölkerung es für ein wichtiges Thema (SINUS-Institut 2022). Die Reflexion über die Folgen eigenen (Konsum-)Handelns spielt mittlerweile in der Mehrheit aller Milieus eine wichtige Rolle. Postmaterielle Themen wie Verzicht auf Auto, nachhaltige Lebensführung sowie gesunde Natur und Umwelt verzeichnen zunehmende Bedeutung. Nachhaltigkeit etabliert sich als Leitwert im Alltag in immer mehr Milieus, wenngleich auch Reaktanz im konsum-hedonistischen Milieu und existenzielle Sorge in der unteren Mitte und der Unterschicht zu verzeichnen sind. Hinzu tritt: »Resilienz avanciert zum neuen Distinktionsmerkmal: Veränderungsfähigkeit und agiles Krisenmanagement werden zu Kernkompetenzen – und stärken den Einfluss neuer Leitmilieus« (SINUS-Institut 2022).

Allerdings verteilen sich Milieus je nach Stadt durchaus unterschiedlich, sodass es nicht überraschen darf, dass sich Transformationswille genauso wie Reaktanz über die Milieus auch in den Stadträten abbildet. Und selbst wenn das Reaktanz-Milieu unterdurchschnittlich im Rat vertreten ist und sich hierdurch ein Transformations-Gap zwischen Rat und Stadtgesellschaft auftut, kann sich dies in Form von Bürger*innenentscheiden und -protesten gegen Transformationsprojekte Ausdruck verleihen. Dies in nicht geringerer Form, als es die aktuellen Projekte der »Last Generation« und anderer im öffentlichen Raum derzeit tun.

Widerstand ist aber auch von den Bevölkerungsgruppen zu erwarten, für die die Veränderungen und Einschränkungen weniger materielle als Komforteinbußen mit sich bringen. Hier gilt es, die Sinus-Milieus der Veränderungswilligen (vhw – Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung e. V. 2021) in ihren Transformations- und Anpassungsbestrebungen zu unterstützen. Auf kommunaler Ebene bedeutet dies, Veränderung per se positiv zu konnotieren und Attentismus gesellschaftlich ins Abseits zu stellen. Damit sich diese Nischenaktivitäten im Regime etablieren, ist eine breite politisch-administrative, gesellschaftliche und mediale Unterstützung auf allen Ebenen geboten. Nur dann kann sie den endogenen Impulsen, Reallaboren und Piloten zur Transformation aus den Nischen in den kommunalen Mainstream verhelfen. Das kann das neue Wärmenetz, die alternative Energieversorgung, das Zusammenrücken unterschiedlicher Nutzungen für kürzere Wege, neue Mobilitätsmodi für die innerstädtische und stadt-regio-

nale Mobilität, das stadt-regionale Kreislaufwirtschaften etc. – oder am besten alles zusammen sein. Dabei ist es dann schon fast sekundär, ob die Unterstützung durch die Politik, den Rat, die Mehrheit der Stadtgesellschaft oder durch maßgebliche exogene Treiber befördert wird, wie beispielsweise neue Förderinstrumente, steuerliche Inzentive oder auch gesetzliche Regulatorik. Hauptsache, der Wandel findet statt.

3.4 Die exogenen Treiber und Hemmnisse

Die oben genannte Überlagerung von Klimakrise, Coronakrise, Boomkrise im Bauwesen bis 2022, Lieferkettenkrise und Kriegskrise schafft jenseits der wirtschaftlichen, gesundheitlichen und existenziellen Auswirkungen auch beschleunigte Veränderung. Diese Krisen bieten auch für Deutschland derzeit unwiederbringliche Chancen, die erforderlichen Transformationsprozesse, unter anderem für Klimaschutz und Klimaanpassung, schneller voranzubringen.

Das betrifft beschleunigte Planungsverfahren für systemrelevante und klimaschonende Infrastrukturen, den Aufbau von Energienetzen für nicht fossile Wärme- und Stromversorgung, die Neuorganisation des Güterverkehrs und der individuellen Mobilität sowie die Revision des Bauwesens. Dies wird aber nur gelingen, wenn die damit einhergehenden Belastungen für vulnerable Gruppen der Bevölkerung kompensiert werden. Hier gilt es, weiterem »social divide« vorzubeugen, um den Klima- und Ressourcenschutz nicht gegen den Widerstand maßgeblicher Teile der Bevölkerung voranzutreiben. Nichts anderes betreibt die Bundesregierung mit den Preisbremsen und Kompensationsinstrumenten für überbordende Energiepreise in großem Maßstab, allerdings aus anderen Motiven und nicht immer mit den richtigen Mitteln (Subventionieren der Kraftstoffpreise, Aussetzen der erhöhten CO_2-Bepreisung).

Veränderungen in der Landscape in Form der aktuellen »multiple crisis« treten (hoffentlich) in der Zukunft nicht regelmäßig oder dauerhaft auf – aber wenn sie auftreten, können und sollten Handlungsoptionen genutzt und in den Nischen vorbereitete Lösungen etabliert werden. Das hilft, funktionsfähige Innovationen im kommunalen Regime und darüber hinaus im stadtregionalen und transregionalen Kontext zu verankern.

Der kommunalen, regionalen und nationalen Ebene ist bei der Entwicklung und Diffusion von Innovationen aus der Nische in den Mainstream Folgendes gemein: Formen der Informalität, also »Experimentierräume« wie beispielsweise die voranstehend beschriebenen Pop-up-Radwege, stadt-regionale Wirtschaftskreisläufe, Nutzungsvielfalt in Innenstädten für kurze Wege und vieles andere mehr, verdienen Schutzräume, um gängige (Markt-)Mechanismen und Regularien zu-

mindest temporär aussetzen zu können, wie beispielhaft unter »Chancen« in Kapitel 2.3 dargestellt. Diese Formen des Handelns und Wirtschaftens lassen sich gut ins Verhältnis zu den eingesparten Kosten für Klima- und Ressourcenschutz sowie soziale und Gesundheitskosten setzen. Alle diese Innovationen zahlen auf den Klimaschutz ein, werden aber bei Weitem noch nicht hinreichend be- und gefördert. Hier liegt ein Schatz der Transformation in der Nische der Informalität, der gehoben werden sollte.

Die aktuelle Transformation, bislang meist noch in Form gesetzgeberischer, verfahrensrechtlicher, aber auch neuer gesellschaftlicher Rahmensetzungen verortet, entspringt einer, je nach Transformationsdruck, schnell metamorphisierenden Nische – und wird im besten Fall zu einem maßgeblichen Teil des Regimes.

3.5 Die Grenzen der kommunalen Ebene

Die Kommunen reklamieren gerne und häufig für sich, dass der Wandel auf kommunaler Ebene gelebt und umgesetzt werde. Fraglos kann auf kommunaler Ebene viel passieren, aber eben auch nicht alles: Fenton und Gustavson (2017) stellten dazu fest, dass die kommunale Ebene zwar wichtig sei, aber mit Blick auf die lokalen politischen Akteur*innen zu beschränkte Ressourcen habe, um sich in der Governance der Transformation über Gebühr und mit umfassender Wirkung zu engagieren.

Diese Sicht impliziert jedoch ein Unterschätzen der Möglichkeiten und Fähigkeiten zumindest auf der deutschen kommunalen Ebene. Kommunale Unternehmen im Bereich Energie, Wasser, Abwasser, Bauen, Verkehr sind jenseits des oben genannten kommunalpolitischen Enthusiasmus (»If Mayors ruled the world«, Barber 2013) durchaus zu entscheidenden Transformationsleistungen imstande. Dennoch sind die kommunalen Kapazitäten maßgeblich von den politischen Setzungen sowie der Einwerbung finanzieller Förder- und Forschungsmittel auf der europäischen, Bundes- und Länderebene abhängig. Ähnliches konstatieren Köhler et al. (2021: 204): »At the same time, while the local level is crucial for the development of niches and the early diffusion of (sustainability) innovations, it is also important to consider the limitations of the local level and its analysis.« Ohne die aktuellen Rahmenbedingungen wäre die derzeit stattfindende Transformation, die in Teilen durch Wissenschaft und fundierte Praxis seit Dekaden beschworen wird, kaum denkbar. Allerdings stimmt das auch im Umkehrschluss: Die Rahmenbedingungen waren über Jahrzehnte so unzulänglich ausgestaltet, dass die als notwendig erkannte Transformation in den Bereichen Energie, Mobilität und Bauwesen kein Momentum entwickeln konnte. Was auf allen Ebenen bislang betrieben wurde, war »Schneckentempotransformation« – messbar, vielleicht auch sichtbar, aber weit-

gehend wirkungsarm mit Blick auf Klimaschutz und Klimaanpassung. Oder die bislang erzielten Wirkungen wurden wegen nicht ausreichender Push- and Pull-Faktoren durch Reboundeffekte absorbiert oder sogar ins Gegenteil verkehrt.

3.6 Das »Wachküssen« und das »Wachrütteln« für Veränderung

Das »Wachrütteln« für Veränderung darf sich aktuell an den faktischen und gefühlten überlagernden Krisen und ihren Auswirkungen auf die Menschen festmachen. Diese übertreffen derzeit materiell wie mental die Klimamitigations- und -adaptionskosten. Die materiellen Auswirkungen treffen in erster Linie die Gruppe der Transferleistungsempfänger*innen und Geringverdienenden. Hier können und werden sich die krisenhaften Erschütterungen aber nicht zwingend in Veränderungen ausdrücken: Existenzminima sind wenig geeignet, auf kommunaler Ebene kostenintensive (Verhaltens-)Änderungen bei Wohnen, Ernährung, Konsum und Mobilität zu bewirken. Teuerungen werden sich eher in Form von »Zorn auf die da oben« wegen in ihrer Zielgenauigkeit und Wirkung nicht durchdachter Kompensationsmaßnahmen in der Krisenkumulation ausdrücken. Und das fraglos nicht zu Unrecht, denn die haushaltsbezogenen Anpassungsmaßnahmen für diese sozialen und Einkommensgruppen halten Härten bereit, auf die sie von der Politik durch das Ausrufen des Endes der Komfortzone der letzten Dekaden weder vorbereitet wurden, noch (bislang) adäquat kompensiert werden.

Hier bedarf es dringend zielgenauerer Kompensationsmechanismen, die sich fühlbar positiv auf die genannten geringen Haushaltseinkommen in den Kommunen auswirken. Das wird auch zu einer Umverteilung zwischen vermögenden und nicht vermögenden Bevölkerungsschichten führen müssen. Ohne ein »Wachrütteln« der Vermögenderen und ein »Wachküssen« der nicht vermögenden Bevölkerungsschichten wird die Große Transformation am Widerstand weiter Teile der Bevölkerung, wenn nicht scheitern, so doch gesellschaftlich grundlegend streitbefangen massiv verzögert.

»Wachküssen« bedeutet, dass die Maßnahmen zur Dämpfung der Krisenphänomene und zur Transformation mit einem spürbaren Aufwuchs der Haushaltseinkommen einhergehen müssen. Dieser muss so bemessen sein, dass es mindestens zur Kompensation der haushaltswirksamen krisenhaften Phänomene und der unabweisbaren Auswirkungen von Mitigations- und Adaptionsmaßnahmen kommt.

Die eigentlichen Zielgruppen des »Wachrüttelns« sind Menschen mit mittleren und hohen Einkommen, vor allem aber mit Vermögen, Anlage- und Immobilienwerten. Die Botschaft wird unangenehm sein müssen: Vermögen, insbesondere Immobilienvermögen, konnte in aller Regel nur zulasten von natürlichen Ressour-

cen und des Klimawandels akkumuliert werden. Das bedarf der Kompensation, die bislang gänzlich ausgeblieben ist. So ist es beispielsweise bislang weder gelungen, eine Vermögenssteuer einzuführen, die sich an Ressourcen- und Klimagasparametern orientiert, noch haben sich die staatlichen Ebenen in Deutschland dazu bekannt, Grundvermögen in adäquater Weise, orientiert an den Bodenwerten, zu besteuern. Auch die neue Grundsteuer wird absehbar »aufkommensneutral« ausgestaltet. Steuern oder Abgaben zur Kompensation der durch Vermögen ausgelösten Auswirkungen auf natürliche Ressourcen und Klima gibt es bislang nicht. Die aus einer Anpassung resultierenden Mittel wären im Sinne der erforderlichen Transformationsprozesse in dreierlei Hinsicht einzusetzen: Die Anpassungslasten für Geringverdienende im Inland kompensieren, den Umbau der Infrastrukturen, Energie- und Verkehrssysteme in einen emissionsneutralen Stand unterstützen und einen Beitrag dazu leisten, die Auswirkungen des Klimawandels im deutlich stärker betroffenen globalen Süden zu mildern. Nicht der Staat und schon gar nicht die Kommunen werden die erforderlichen Transferleistungen ausschließlich aus Schulden und Zukunftsverpflichtungen bewerkstelligen können.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Transformationsprozesse sind Veränderungen, die zunächst in Nischen stattfinden und für ein erfolgreiches Scaling-up Einzug ins Regime halten müssen. Der Beitrag macht deutlich, dass die kommunale Ebene durch die Kenntnis der lokalen Situation und der Akteursstrukturen ebenso wie durch die unmittelbare Erfahrbarkeit der Wirkungen von Maßnahmen eine, wenn nicht *die* räumliche Ebene für entsprechende Nischen und damit für den Anstoß von Nachhaltigkeitsinnovationen ist.

Aktuelle (und zukünftige) Krisen müssen auch auf lokaler Ebene bewältigt werden. Kreative Lösungen sind bereits sichtbar. Auch der Transformationswille ist, wie gezeigt, in weiten Teilen der Gesellschaft vorhanden. Beharrungstendenzen und fehlendem Know-how kann und muss mit zielgerichteter und zielgruppengerechter Information und Kommunikation begegnet werden. Dies ermöglicht, erfolgreiche Einzellösungen zu entwickeln, über diese zu informieren und sie zu verbreiten und entsprechend zu skalieren.

Die Kommunen sind allerdings auf Formen der räumlichen und inhaltlichen Kooperation untereinander, insbesondere aber auf stadt-regionale Kooperation angewiesen, um die anstehenden Transformationsausgaben zu bewältigen. Die von Stadt und Region zu leistenden Aufgaben sind in jeder Beziehung (Wohnungsbau- und Gewerbeflächen, Bildung, Kultur, Ver- und Entsorgung, Mobilität etc.) inzwischen so eng miteinander verflochten, dass es dringend neuer und deutlich

entpolitisierter Formen der Zusammenarbeit bedarf. Hier sind die Gebietskörperschaften, gegebenenfalls ge- und befördert durch die Länder, aufgerufen, verbindliche Formen der interkommunalen und intra- wie interregionalen Zusammenarbeit und Arbeitsteiligkeit zu vereinbaren, die das Gegeneinander von Stadt und Land zu Synergien wandelt. Das betrifft zum Beispiel die Energie- und Nahrungsmittelversorgung, die Gesundheitsfür- und -vorsorge und die Bildung. Hierzu muss auch eine Landes- und Regionalplanung mit »Zähnen und Klauen« beitragen, die im Gegenstromprinzip entwickelte und politisch getragene Setzungen vorgibt, diese aber nicht wieder durch politische Entscheidungen (Befreiung von Zielen und Aufweichen von Grundsätzen) perforieren lässt.

Fiskalisch bleiben die Kommunen maßgeblich von den Ländern abhängig. Hier kann der aktuell diskutierte Altschuldenschnitt unter Beteiligung des Bundes Abhilfe schaffen, wenn die Länder erkennen, dass ihre Transformationsbemühungen ohne angemessene finanzielle Ausstattung der Kommunen müßig sind.

Für die Makrobedingungen aber müssen Bund und Europa Sorge tragen. Das betrifft beispielsweise die Finanzialisierung des Wohnens und des Bodens durch die Märkte auf nationaler und internationaler Ebene, was beides nicht nur breite Schichten der Bevölkerung von Wohn- und Bodeneigentum ausschließt, sondern auch unmittelbaren Bezug zu Klima- und Ressourcenschutz aufweist (Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung [DASL]) und die Frage der (Nach-)Besteuerung von Vermögen, die nur mit einem übergeordneten Ausstoß an Klimagasen akkumuliert werden konnten.

Was also bringt Nachhaltigkeitsinnovationen voran?

Die Treiber von Innovation sind vielfältig, genauso wie die Hemmnisse. Für erfolgreiche Transformationen braucht es nach einfachster physikalischer Gesetzmäßigkeit schlichtweg mehr Antriebs- als Bremswirkung. Die Frage, ob **kommunale Politik und Verwaltung** Treiber oder Getriebene sind, lässt sich nicht mehr eindeutig beantworten – zu dispers sind inzwischen Haltungen zu Innovation, Fortschritt und Transformation, zu stark sind Fragen der Veränderungserfordernisse an Doktrinen und Dogmen geknüpft. Die aktuellen Phänomene aber zeigen: Die öffentliche Rezeption ist positiver, wenn Politik sich in die Treiberrolle begibt und nicht den Eindruck des Getriebenseins vermittelt.

Neben der Ziel- und Themensetzung bedarf es aber auch der »Mittelsetzung« über Rahmengebung, Mobilisierung von Ressourcen, die Entwicklung und das Anwenden von Pull- und Push-Elementen in Form von incentivierenden und desincentivierenden Anreizen für die Transformation von ressourcenrelevanten Konsumptions- und Handlungsmustern. Die Wirksamkeit von Transformation

macht sich schließlich auch am Wissen der Handelnden und der Entwicklung und Umsetzung von transformationstauglichen Lösungen fest. Hier greifen auch Forschungsförderung und kommunale Handlungsebene ineinander. Die **Forschung** ist aufgefordert, anwendungsbezogene Nischenarbeit zu leisten, um Innovationen so schnell wie möglich reif für den Mainstream zu machen. Die Kommunen sind gehalten, hierfür ein Mindestmaß an personellen Ressourcen einzusetzen, um zum Beispiel den Ergebnissen aus der Forschung zur Zukunftsstadt in der kommunalen Praxis zur Durchsetzung zu verhelfen. Durch anwendungs- und kommunalbezogene Forschungsförderung kann dieser Prozess deutlich vorangebracht werden.

Die **Wirtschaft** hat, bedingt durch lange Vorbereitungszeiten, Konsument*innenverhalten, CO_2-Preise, Rating und Zukunftsfähigkeit, in verschiedenen Teilen bereits Transformationsprozesse angestoßen, braucht aber insbesondere im Infrastrukturbereich mit hohen Pfadabhängigkeiten verlässliche Entwicklungspfade, die die Aufwendungen zur Umstellung in vertretbaren Zeiträumen rechtfertigen. Hier wird es insbesondere darauf ankommen, die nischenhafte Verfahrens- und Methodenentwicklung so schnell wie möglich auch mithilfe von Forschungsförderung und der massiven Unterstützung bei der Übersetzung in regelhaft null emittierende Produktionsprozesse in ein regelhaftes Regime, das den neuen Mainstream definiert, zu überführen. Den Kommunen kommt dabei über ihre Standortpolitik ebenso wie über die genannte Innovationsbereitschaft grundlegende Bedeutung zu. Gerade der Transfer zwischen Wirtschaft und Kommunalpolitik (und gerne auch vice versa) spielt dabei eine ermöglichende Rolle.

Die **Öffentlichkeit und aktive Zivilgesellschaft** als »vierter Akteur« ist in sich sehr stark ausdifferenziert. Er kann in Außen- wie Selbstwahrnehmung objektiv wie subjektiv Treiber, unbeteiligter Dritter oder Bremser sein. Seine Orientierung auf die eine oder die andere Rolle hängt maßgeblich von den materiellen, regulativen und politischen Rahmenbedingungen ab. Aber auch den immateriellen Bedingungen kommt eine zunehmend wichtige Rolle zu – der Kommunikation und Information ebenso wie der gesellschaftlichen Prädisposition, Veränderungen positiv zu konnotieren: Das Interesse, aktiver oder sogar aktivierender Teil von Transformationsprozessen zu sein, die Begeisterung, kleine und große Erfolge beim Erreichen von Teilzielen feiern zu können, und womöglich auch der national, bestenfalls sogar europäisch getragene Wettbewerbsgedanke, Transformationsschritte erfolgreich beschritten zu haben und im Benchmarking der Transformation zur postfossilen Industrienation wieder Weltspitze zu sein.

Diese Überlagerung von Haltungen ruft nach Orientierung auf die Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele, ebenso wie nach Setzung von Indikatoren und Konsens über die einzusetzenden Verfahren und Methoden. Diese werden neben den gesellschaftlichen Triebkräften zur Transformation von Politik im Zusammen-

wirken mit der Wirtschaft und unter kritisch-befördernder Begleitung der Medien kommen müssen. Orientierung, Entscheidungs-, Durchsetzungsfähigkeit und – nicht zu unterschätzen – Kommunikationsfähigkeit werden für die weiteren Schritte der Transformation auf allen Ebenen entscheidende Faktoren abbilden. Diese mit den finanziellen und personellen Ressourcen und den notwendigen Pull- und Push-Elementen zu einem System der Transformation zusammenzuführen, ist der quasialchemistische Ansatz, der Erfolg verspricht. Ob sich dieser einstellt, hängt im immateriellen Sinn von dem Ineinandergreifen der verschiedenen Ebenen, von der Interaktion der Akteur*innen und von dem gemeinsamen Narrativ der Veränderung ab.

Literatur

Barber, B. R. (2013): If Mayors Ruled the World: Dysfunctional Nations, Rising Cities: Yale University Press.

Bertelsmann Stiftung (2020): SDG-Indikatoren für Kommunen. Indikatoren zur Abbildung der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen in deutschen Kommunen. 2. vollständig überarbeitete Auflage. Hrsg. v. Bertelsmann Stiftung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Deutscher Landkreistag, Deutscher Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Deutsches Institut für Urbanistik, Engagement Global (Servicestelle Kommunen in der Einen Welt), Rat der Gemeinden und Regionen Europas/Deutsche Sektion. Gütersloh. Online verfügbar unter www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Weitere-Publikationen/2020/SDG-Indikatoren-fuer-Kommunen.pdf, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Borgstedt, S.; Schleer, C. (2019): Milieuspezifische Einstellungen zu Natur, Umwelt und Klima (vhw FWS 5). Online verfügbar unter https://www.vhw.de/fileadmin/user_upload/08_publikationen/verbandszeitschrift/FWS/2019/5_2019/FWS_5_19_Borgstedt_Schleer.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2023.

Braungart, M.; McDonough, W. (2014): Cradle to Cradle: Einfach intelligent produzieren. München: Piper Taschenbuch.

Bulkeley, H.; Castán Broto, V.; Hodson, M.; Marvin, S. (Hrsg.) (2011): Cities and Low Carbon Transitions. Online verfügbar unter https://api.taylorfrancis.com/content/books/mono/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9780203839249&type=googlepdf, zuletzt geprüft am 17.06.2022.

Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung (DASL): Sozial gerechte und nachhaltige Entwicklung von Stadt und Land. Bodenpolitische Wahlprüfsteine für die Bundestagswahl 2021. Bündnis Bodenwende. Online verfügbar unter https://dasl.de/wp-content/uploads/2018/11/Anlage-1_Buendnis-Bodenwende_Wahlpruefsteine-2021.pdf, zuletzt geprüft am 07.02.2023.

Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2019): Anpassung an den Klimawandel in den Städten. Forderungen, Hinweise und Anregungen. Handreichung des Deutschen Städtetages – beschlossen vom Hauptausschuss am 20. Februar 2019 in Hamm. Online verfügbar unter www.staed-

tetag.de/publikationen/weitere-publikationen/klimafolgenanpassung-staedte-2019, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2021): Zukunft kommunaler Klimaschutz. Positionspapier des Deutschen Städtetages. Online verfügbar unter https://www.staedtetag.de/positionen/beschluesse/2021/hauptausschuss-positionspapier-zukunft-kommunaler-klimaschutz-16-11-21, zuletzt geprüft am 01.08.2022.

difu (2022): OB-Barometer 2022. Klimaschutz ist das überragende Thema in den Kommunen. Hrsg. v. Deutsches Institut für Urbanistik difu. Online verfügbar unter https://difu.de/17325, zuletzt geprüft am 06.06.2023.

Fenton, P.; Gustavson, S. (2017): Moving from high-level words to local action — governance for urban sustainability in municipalities. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* (26–27), S. 129–133. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.07.009, zuletzt geprüft am 06.06.2023.Fischer, L.-B.; Newig, J. (2016): Importance of Actors and Agency in Sustainability Transitions: A Systematic Exploration of the Literature. In: *Sustainability* 8 (5), S. 1–21. DOI: 10.3390/su8050476.

Geels, F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: *Research Policy* 31(8–9), S. 1257–1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

Geels, F. W.; Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: *Research Policy* 36(3), S. 399–417. DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.003.

Geels, F. W.; Schot, J. (2010): The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical Perspective. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. (Hrsg.): Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change. 1. publ. New York, NY: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions, 1), S. 11–101. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/309174050_The_dynamics_of_socio-technical_transitions_A_socio-technical_perspective, zuletzt geprüft am 21.06.2023.

Köhler, J.; Dütschke, E.; Wittmayer, J. (2021): Introduction to »Zooming in and out: Special issue on local transition governance«. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 40, S. 203–206. DOI: 10.1016/j.eist.2021.07.005.

Leitschuh, H. (2016): Warum wir nicht tun was wir für richtig halten – Über die Macht tradierten Denkens. Konferenzbericht. Hrsg. v. Denkwerk Zukunft. Stiftung kulturelle Erneuerung. Online verfügbar unter www.denkwerkzukunft.de/downloads/Konferenz2016/Konferenzbericht%20lang.pdf, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Lojewski, H. von (2022): Städte als Gestalter der Transformation. Versuch über eine Agenda des Handelns. In: Leitschuh, H.; Brunnengräber, A.; Ibisch, P. L.; Loske, R.; Müller, M.; Sommer, J. et al. (Hrsg.): Das Zeitalter der Städte. Die entscheidende Kraft im Anthropozän. Stuttgart: Hirzel (Jahrbuch Ökologie, 2022), S. 203–214.

Loorbach, D.; Rotmans, J. (2010): Towards a Better Understanding of Transitions and Their Governance. A Systemic and Reflexive Approach. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. (Hrsg.): Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change. 1. publ. New York, NY: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions, 1), S. 104–221. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=Towards%20a%20Better%20Understanding%20of%20Transitions%20and%20Their%20Governance:%20A%20Systemic%20and%20Reflexive%20Approach, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

PD (Hrsg.) (2021): Analyse der kommunalen Förderlandschaft (PD-Perspektiven). Online verfügbar unter https://www.pd-g.de/pd-perspektiven-reihe/foerdermittelanalyse, zuletzt geprüft am 19.06.2022.

Region Köln/Bonn (2021): Agglomerationsprogramm. Online verfügbar unter https://www.agglomerationsprogramm.de/, zuletzt geprüft am 06.06.2023.

Schneidewind, U.; Scheck, H. (2013): Die Stadt als »Reallabor« für Systeminnovationen. In: Rückert-John, J. (Hrsg.): Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Innovation und Gesellschaft), S. 229–248.

Schrape, F. (2014): Kurze Einführung in die Multi-Level Perspective, S. 1–7. Online verfügbar unter https://gedankenstrich.org/wp-content/uploads/2014/11/Kurze-Einf%c3%bchrung-in-die-Multi-Level-Perspective.pdf, zuletzt geprüft am 11.05.2022.

Schubert, S.; Eckert, K.; Dross, M.; Michalski, D.; Preuß, T.; Schröder, A. (2022): Dreifache Innenentwicklung. Definition, Aufgaben und Chancen für eine umweltorientierte Stadtentwicklung. Hrsg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Hintergrund). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/dreifache-innenentwicklung, zuletzt geprüft am 02.02.2023.

SINUS-Institut (2022): Standardisierte Online-Befragung. repräsentativ für die deutsche Bevölkerung. Mai 2022. Online verfügbar unter https://www.sinus-institut.de/media-center/news/eigenbefragung-mobilitaet-2022, zuletzt geprüft am 07.02.2023.

vhw – Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung e. V. (Hrsg.) (2021): Praxisleitfaden: Milieuwissen für die Stadtentwicklung und Stadtplanung. Praxisleitfaden. Unter Mitarbeit von J. Aring, S. Beck, H. Böttcher, A. Florl, B. Hallenberg, S. Gutknecht, R. Kretschmann, T. Kuder, D. Schöffmann, T. Ziems. Online verfügbar unter https://www.vhw.de/fileadmin/user_upload/08_publikationen/vhw-schriftenreihe-tagungsband/PDFs/vhw_Schriftenreihe_Nr._24_Praxisleitfaden_Milieuwissen.pdf, zuletzt geprüft am 27.07.2022.

WBGU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation; Zusammenfassung für Entscheidungsträger. Berlin: Wiss. Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU).

Winterfeld, U. von (2007): Keine Nachhaltigkeit ohne Suffizienz. Fünf Thesen und Folgerungen. In: *Vorgänge* 3/2007, S. 46–54. Online verfügbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/2740/file/2740_Winterfeld.pdf, zuletzt geprüft am 07.02.2023.

Wittmayer, J. M.; Avelino, F.; van Steenbergen, F.; Loorbach, D. (2017): Actor roles in transition: Insights from sociological perspectives. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 24, S. 45–56. DOI: 10.1016/j.eist.2016.10.003.

Wuppertal Institut (Hrsg.) (2002): Von nichts zu viel. Suffizienz gehört zur Zukunftsfähigkeit. Unter Mitarbeit von Linz, M.; Bartelmus, P.; Hennicke, P.; Jungkeit, R.; Sachs, W.; Scherhorn, G.; Wilke, G.; von Winterfeld, U. (Wuppertal Papers, 125). Online verfügbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/1512/file/WP125.pdf, zuletzt geprüft am 31.05.2023.

Ziegler, M. (2016): Warum wir nicht tun was wir für richtig halten. Gedanken zur Zeit. Interview mit Meinhard Miegel. Online verfügbar unter https://www.kulturvision-aktuell.de/denkwerk-zukunft-meinhard-miegel-2016/, zuletzt geprüft am 27.06.2023.

Agile FuI-Politik: Disruptiven und transformativen Wandel politisch gestalten

Carsten Dreher, Matthias Weber

Die Beschleunigung des technologischen Wandels, insbesondere im Zusammenhang mit der Digitalisierung, aber auch die Notwendigkeit, gesellschaftliche Herausforderungen durch soziotechnische Transitionen zu bewältigen, haben zu Forderungen nach mehr Agilität in der Politikgestaltung und insbesondere in der Forschungs- und Innovationspolitik (FuI-Politik) geführt. Das aus dem Innovationsmanagement stammende Konzept der Agilität muss allerdings im Hinblick auf die FuI-Politik angepasst werden und unser Verständnis von Veränderungsprozessen in der öffentlichen Verwaltung und in Innovationssystemen berücksichtigen. Im Folgenden wird agile FuI-Politik als mehrdimensionales Konzept verstanden, das anhand von fünf zentralen Fähigkeiten der Agilität konkretisiert und auf verschiedenen Ebenen – von der Politikstrategie bis zur Implementierung von Maßnahmen – angewendet wird. Die Nützlichkeit des Konzepts wird anhand von drei Fallbeispielen aus Deutschland illustriert. Auf dieser Grundlage werden Optionen und Empfehlungen vorgeschlagen, wie die Agilität im Kontext der deutschen FuI-Politik verbessert werden kann.

1. Einleitung: Gründe für den Ruf nach mehr Agilität in der FuI-Politik

In den letzten Jahren ist in der FuI-politischen Debatte der Ruf nach mehr Agilität lauter geworden. Für diese Entwicklung gibt es drei wesentliche Gründe: Erstens hat die Beschleunigung des technologischen Wandels, insbesondere im Zusammenhang mit der Digitalisierung, einen hohen Veränderungsdruck ausgelöst, der zudem mit einem weitreichenden Transformationspotenzial in Wirtschaft und Gesellschaft einhergeht. Zweitens gewinnen in der Politik im Allgemeinen und in der FuI-Politik im Besonderen gesellschaftliche Herausforderungen wie die UN-Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) als gesellschaftliche Leitziele zunehmend an Bedeutung. FuI-Politik soll durch längerfristige und

zielgerichtete Strategien zu Bewältigung dieser Herausforderungen beitragen. Drittens gibt es einen wachsenden Bedarf, ein breiteres Spektrum von Akteuren und Betroffenen in die Gestaltung und Umsetzung der FuI-Politik einzubeziehen, um einem breiteren Verständnis von Innovation Rechnung zu tragen.

Vor diesem Hintergrund ist die Betonung von Agilität in der FuI-Politik kein Selbstzweck, sondern soll dazu beitragen, Innovationssysteme und politisch-administrative Prozesse so zu verändern, dass FuI-Akteure in die Lage versetzt werden, die oben genannten Herausforderungen individuell und kollektiv besser zu bewältigen. Da Agilität sowohl als Reaktion auf sich schnell verändernde technologische Entwicklungen als auch zur Vorbereitung längerfristiger sozio-technischer Transformationen erforderlich ist, sollte sie nicht nur als Synonym für Schnelligkeit und Flexibilität bei der Entscheidungsfindung und Umsetzung von FuI-Politik verstanden werden, sondern auch für die Fähigkeit, Transformationsprozesse über längere Zeiträume adaptiv zu gestalten.[1] Agilität ist daher für die Governance sowohl von disruptiven technologischen und nicht-technologischen Innovationen als auch von sozio-technischen Transitionen von Bedeutung (Hightech-Forum 2020). Agilität muss in beiderlei Hinsicht im Innovationssystem durch den Einsatz geeigneter FuI-Politikinstrumente und entsprechender Governance-Mechanismen ermöglicht werden.

Darüber hinaus ist die FuI-Politik durch eine Vielzahl von historisch gewachsenen Politikstilen geprägt, die in unterschiedlichem Maße mit Agilitätsüberlegungen vereinbar sind. Angefangen mit den »Science Missions« seit den 1950er Jahren, gab es eine Blütezeit der »Technological Missions« in den 1960er und 70er Jahren, gefolgt von einer Phase der Förderung der Wettbewerbsfähigkeit durch die Unterstützung von Schlüsseltechnologien. Seit den 1990er Jahren dominiert das Denken in Innovationssystemen die FuI-Politik, indem die strukturellen und institutionellen Bedingungen für Forschung und Innovation verbessert werden, während auf sehr gezielte, missionsartige Ambitionen tendenziell eher verzichtet wurde. Dies hat sich seit Anfang der 2000er Jahre geändert, als wieder begonnen wurde, FuI-Politik gezielt auf disruptive Durchbrüche auszurichten, bzw. in jüngerer Zeit transformative Missionen als neues Leitkonzept etabliert wurden.[2] Die aktuelle Diskussion über Agilität und das Wiederbeleben eines missionsorientierten Politikverständnisses bedeuten nicht, dass frühere Politikansätze verschwunden wären; sie spielen weiterhin eine wichtige Rolle als Bezugspunkte für die Legiti-

1 Kemp et al. (2007) sprechen in diesem Zusammenhang von »goal-oriented modulation«.

2 Siehe Kuittinen et al. (2018), die zwischen vier Arten von Missionen unterscheiden (science missions, technology accelerators, transformative missions, umbrella missions), und Wittmann et al. (2021), die zwischen jeweils zwei Arten von »accelerator« bzw. »transformer« Missionen unterscheiden.

mierung politischer Interventionen, werden aber von den neueren Entwicklungen überlagert.

Es ist wichtig zu betonen, dass insbesondere mit der FuI-Politik für transformative Missionen und disruptive Durchbrüche – und in geringerem Ausmaß auch mit der Wiederbelebung wissenschaftlicher und technologischer Missionen – normative Fragen über die grundlegende Ausrichtung von FuI an Bedeutung gewonnen haben. Infolgedessen kann sich Agilität in der FuI-Politik nicht auf deren Umsetzung in der öffentlichen Verwaltung beschränken, sondern betrifft auch die Fähigkeit, strategische Entscheidungen über die grundsätzliche Ausrichtung der Politik auf agile Weise vorzubereiten und zu treffen.

Trotz dieser Forderungen nach mehr Agilität gibt es derzeit kein fundiertes Konzept von Agilität im Kontext der FuI-Politik. Aufbauend auf einer kurzen Zusammenschau der Ursprünge des Agilitätskonzepts in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, soll daher im folgenden Abschnitt ein konzeptioneller Rahmen für eine agile FuI-Politik vorgestellt werden. Dessen Verwendung und Nutzen wird danach anhand von drei Beispielen aus Deutschland illustriert.[3] In den beiden abschließenden Abschnitten werden zum einen Hinweise formuliert, wie die deutsche FuI-Politik agiler gestaltet werden könnte, und zum anderen ein Ausblick auf weitere Forschungsbedarfe zur Agilität in der FuI-Politik gegeben.

2. Agile FuI-Politik: Ursprünge, Definition und Operationalisierung

Das entwickelte Agilitätskonzept stützt sich auf wissenschaftliche Grundlagen in verschiedenen Disziplinen. Der Begriff der Agilität, wie er heute verwendet wird, hat seinen Ursprung im Innovationsmanagement, wo Konzepte wie Scrum, Kanban oder Lean Development bereits seit mehreren Jahren verwendet werden. Sie betonen die Anpassungsfähigkeit von Unternehmen in Zeiten des raschen technologischen Wandels, aber auch die Fähigkeit zu proaktivem Handeln, die durch den Aufbau von dynamischen Fähigkeiten (»dynamic capabilities«) ermöglicht werden soll. Darüber hinaus gibt es vergleichbare Überlegungen auch in anderen Disziplinen (Politik- und Verwaltungswissenschaften, wirtschaftspolitische Theorie, Innovationssystem- und Transformationsforschung, Evaluationsforschung), die unter Stichworten wie strategische Agilität oder *tentative governance* diskutiert werden.

3 Weitere internationale Beispiele werden in Weber et al. (2021) und Schartinger et al. (2021) ausführlich behandelt.

Agilität im Innovationsmanagement

Das Konzept der Agilität im Innovationsmanagement wurde in den frühen 1990er Jahren entwickelt, um auf turbulentere und sich schneller verändernde Umgebungen und Märkte zu reagieren (Ganguely et al. 2009). Inzwischen gilt Agilität als einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren für Unternehmen, um auf dem Markt zu bestehen und langfristig zu überleben. Es wird auch davon ausgegangen, dass die traditionellen Planungsverfahren und -instrumente nicht mehr ausreichen, um die definierten strategischen Ziele zu erreichen, wenn das Tempo des Wandels immer mehr zunimmt und der Grad der Veränderung im externen Umfeld und auf den Märkten immer höher wird. Die größte Herausforderung für die Organisation und die Umstrukturierung der internen Prozesse besteht darin, proaktiver, anpassungsfähiger und reflektierter zu werden. Methoden aus sich schnell verändernden Märkten, zum Beispiel der Softwareentwicklung, haben Methoden wie Scrum oder agile Fertigung hervorgebracht und werden heute durch komplementäre Methoden wie Design Thinking unterstützt. Agilität auf Unternehmensebene geht aber über die Anwendung der genannten Methoden auf operativer Ebene hinaus und umfasst auch Fragen der proaktiven und strategischen Ausrichtung von Unternehmen (Conforto et al. 2016).

Viele Autoren verwechseln Agilität mit Flexibilität (Conboy 2009). *Flexibilität* ist jedoch die reaktive Anpassung an plötzlich auftretende neue Herausforderungen. Es ist die Fähigkeit, auf Ungewissheiten zu reagieren, es ist eine Art spontane Reaktion auf neue Herausforderungen. *Agilität* hingegen betont die höheren strategischen Ebenen und das proaktive Verhalten, das auf kontinuierlichem und reflexivem Lernen und Wissensmanagement beruht. Methoden wie zum Beispiel Scrum spiegeln diese Ansätze wider: Sie beinhalten flexibles Projektmanagement, schnelle Ausführung, einfache Prozesse, kontinuierliche Reflexion mit Nutzer*innen und Kund*innen in Verbindung mit permanentem Lernen zur Weiterentwicklung der eigenen Prozesse. Das Agilitätskonzept auf Unternehmensebene umfasst also nicht nur die operative, sondern auch die strategische Ebene.

Letzteres bezieht sich auf die Prozesse der Strategiefindung und die Organisationsstrukturen, um dynamische Fähigkeiten zu entwickeln (Teece et al. 1997), die es den Unternehmen ermöglichen, gleichzeitig sowohl reguläre Operationen als auch transformative Veränderungen zu bewältigen. Dieses Konzept der dynamischen Fähigkeiten umfasst die ständige Wahrnehmung von Veränderungen in der Umwelt und auf den Märkten, die Interpretation der Herausforderungen, indem sie mit den bestehenden Prozessen und Kompetenzen verglichen werden, um den Veränderungsbedarf zu ermitteln, und schließlich die Umgestaltung der Art und Weise, wie die Ressourcen und Kompetenzen des Unternehmens organisiert

und auf neue Weise kombiniert oder die fehlenden entwickelt werden. Dieses Ausbalancieren von stabilen Prozessen einerseits und Veränderungsfähigkeit andererseits wird als Ambidextrie bezeichnet (O'Reilly/Tushman 2013). Agile Unternehmen sind in der Lage, beide Modi zu beherrschen und zeitgerecht zu aktivieren, wenn die vorausschauenden Signale sie darauf hinweisen.

Agilität in der öffentlichen Verwaltung

Fragen der Agilität wurden in den letzten Jahren auch im Kontext der öffentlichen Verwaltung erörtert, allerdings hauptsächlich in Bezug auf die Frage, wie die Umsetzung der Politik von agilen Verfahren profitieren könnte (Alter 2014; Mergel et al. 2018; Doz et al. 2018). Mehrere Fallstudien haben den Nutzen von agilen Praktiken des Innovationsmanagements wie Prototyping, Co-Design, Design Thinking und nutzergesteuerte Innovation im öffentlichen Sektor untersucht (siehe zum Beispiel Kimbell/Bailey 2017, McGann et al. 2018 oder Liang et al. 2018). Von besonderem Interesse sind dabei E-Government, die Optimierung interner Verwaltungsprozesse und des Projektmanagements mithilfe digitalisierter Workflows (Nuotilla et al. 2016), das öffentliche Beschaffungswesen sowie Monitoring und Evaluierung (Mergel et al. 2018). Diese Studien haben auch typische Barrieren für Agilität in der öffentlichen Verwaltung identifiziert, insbesondere die legalistische Kultur, die Risikoaversion und die mangelnde Motivation, sich in agilitätsorientierten Initiativen zu engagieren.

Auf strategischer Ebene hat die OECD mit ihrer Arbeit zur strategischen Agilität hervorgehoben, dass Agilität nicht nur eine Frage der Umsetzung, sondern auch eine Frage der politischen Entscheidungsprozesse ist. Dies setzt die Fähigkeit voraus, auf strategisch relevante Entwicklungen zu reagieren und sie auch zu antizipieren. »Strategic [longer-term, vision-driven] agility refers to the capacity of an organization to proactively identify and respond to emerging policy challenges as to avoid unnecessary crises and carry out strategic and structural changes in an orderly and timely manner« (OECD 2015: 18). Strategische Sensibilität, kollektives Engagement und Flexibilität bei der Nutzung von Ressourcen werden dabei als entscheidende Merkmale der strategischen Agilität in der Politikgestaltung angesehen. Die OECD betont auch, dass sich die strategische Agilität in der Verwaltung in mehrfacher Hinsicht von großen Privatunternehmen unterscheidet. Die Festlegung von Prioritäten ist von Natur aus politisch und wird in der Regel in einem Netzwerk interessierter Akteure und Betroffener aus verschiedenen Politikbereichen und -ebenen ausgehandelt. Die Umsetzung politischer Maßnahmen basiert in der Regel auf einem Mix von Instrumenten. Agilität ist also eine Frage der Art und Weise, wie die Koordinierungsprozesse gesteuert werden. Politi-

sche Entscheidungen müssen auch den Grundsätzen der Legitimität und der Rechenschaftspflicht entsprechen, wobei übergreifende Verfassungsgrundsätze zu beachten sind.

Agilität aus politik- und verwaltungswissenschaftlicher Perspektive

Die FuI-Politikforschung hat den Begriff der Agilität bislang nicht prominent verwendet, aber ähnliche Ideen wurden unter verschiedenen Bezeichnungen entwickelt. Während die erste Generation innovationspolitischer Konzepte auf einem linearen, wissenschafts- und technologiegetriebenen Denkmodell basierte, das aufgrund von Marktversagenseffekten nur sehr enge Spielräume für eine agile Innovationspolitik zulässt, bietet die zweite Generation, die auf dem Konzept von Innovationssystemen basiert, einen größeren Spielraum für eine Argumentation im Sinne von Agilität. Hier wird die Dynamik, die sich aus den Interaktionen zwischen den Akteuren ergibt, aus Rückkopplungen und Pfadentwicklungen durch kumulierte Vor- und Nachteile für die verschiedenen Akteure abgeleitet. Struktur- und Funktionsanalysen von Innovationssystemen dienen dazu, Defizite zu identifizieren und darauf aufbauend politischen Handlungsbedarf zu bestimmen. Unter Berücksichtigung der Lebenszyklen von Technologien oder Branchen (Markard 2020) wird eine breite Basis geschaffen, um politisches Handeln zu begründen, zu gestalten und umzusetzen. Zugleich ist ein regelmäßiges Monitoring notwendig, um unerwartete und unvorhersehbare Dysfunktionalitäten in Systemen zu erkennen und entsprechende Veränderungen einleiten zu können.

In jüngerer Zeit wird den Transformationsprozessen und der Rolle der FuI-Politik darin zunehmend Aufmerksamkeit geschenkt (Schot/Steinmüller 2018; Weber/Rohracher 2012). Längerfristig angelegte, zielgerichtete Transformationsprozesse und potenziell disruptive Entwicklungen erfordern proaktives, zukunftsorientiertes Handeln, um den notwendigen Wandel einzuleiten. Dieser Ansatz stellt hohe Anforderungen an die Agilität. Erstens befinden sich die politischen Entscheidungsträger in einem ständigen Prozess des »muddling through«. Dabei leiten sie graduelle, aber auf lange Sicht tiefgreifende Veränderungen ein, interagieren in offenen Diskussionen mit einer großen Zahl von Akteuren und erarbeiten gemeinsam Lösungsmodelle und Lösungen (Metcalfe/Georghiou 1997). Schnelles Reagieren birgt die Gefahr, normativ zu handeln, ohne dies jedoch offen zu legen. Das liegt daran, dass die (FuI-)Politik immer Entscheidungen trifft, aktiv oder passiv, durch Handeln und Nichthandeln (Borrás/Edquist 2019). Zweitens ist es aufgrund der begrenzten Rationalität und der Wissensbeschränkungen nicht möglich, einen soliden und unabhängigen Überblick über alle Entwicklungen und Eventualitäten zu behalten und somit Systeme über umfassende Strategien

»aus einem Guss« zu steuern. In diesem Zusammenhang können die politischen Entscheidungsträger vornehmlich die Rolle von Vermittlern und Organisatoren in Innovationssystemen spielen, aber gegebenenfalls auch eine (temporäre) Führungsrolle übernehmen. Allerdings sollte man die instrumentellen Möglichkeiten des öffentlichen Sektors gegenüber anderen Akteuren in komplexen Politikfeldern nicht überschätzen (Smits/Kuhlmann 2004).

Als Reaktion auf diese neuen Anforderungen wurden verschiedene Konzepte entwickelt. Sie verwenden zwar nicht den Begriff Agilität, spiegeln aber ähnliche Ideen darüber wider, wie die FuI-Politik-Governance reflexiver, adaptiver, antizipatorischer oder auch experimenteller gestaltet werden kann (Voß et al. 2006; Barben et al. 2008; Olsson et al. 2006; Sabel/Zeitlin 2010). In jüngerer Zeit wurde von Kuhlmann et al. (2019) der Begriff der »tentative governance« vorgeschlagen. Er wurde entwickelt, um die Folgen des hohen Maßes an Ungewissheit für die Governance von Forschung, technologischer Entwicklung und Innovation anzugehen, insbesondere in Bezug auf neu entstehende (»emergierende«) Wissenschafts- und Technologiefelder. Er ist jedoch auch auf die Transformation soziotechnischer Systeme anwendbar, die ebenfalls durch ausgeprägte Ungewissheiten gekennzeichnet sind, wenn auch oft im Hinblick auf längere Zeithorizonte. Besondere Relevanz gewinnt die tentative Governance derzeit im Kontext der Debatte um eine missionsorientierte Innovationspolitik, in der die Technologie- und Systemtransformationen zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen durch gezielte »Missionen« erreicht werden sollen (Mazzucato 2018).

Die Befürworter einer tentativen Governance argumentieren, dass die Ungewissheiten von emergierenden Wissenschafts- und Technologiefeldern spezifische Herausforderungen an die Governance dieser Bereiche stellen, die mit unbestimmten und oft »beweglichen Zielen« umgehen muss (Kuhlmann et al. 2019). *Tentative* Governance wird dabei explizit einer *definitiven* Governance gegenübergestellt, die die Zielgerichtetheit und Kontrollierbarkeit von Transformationsprozessen betont. Experimentelle Ansätze, Flexibilität und Lernen werden als wichtige Elemente eines tentativen Governance-Ansatzes hervorgehoben, zum Beispiel in der Debatte um den Europäischen Innovationsrat (Verganti et al. 2018).

Agile FuI-Politik: Ein konzeptioneller Rahmen

Unter Berücksichtigung konzeptioneller Überlegungen aus diesen unterschiedlichen Disziplinen wird agile FuI-Politik definiert als die »Fähigkeit, im Hinblick auf veränderte Anforderungen von Gesellschaft, Wirtschaft, neuen Märkten und Technologien schnell und zügig 1. Strategien und Zielkataloge, 2. Strukturen und Prozesse, und 3. staatliche Maßnahmen und Vorhaben im Innovationssystem und in

den handelnden staatlichen Einrichtungen neu zu konzipieren, anzupassen, einzuführen und umzusetzen, und zwar mit dem Ziel, die Ergebnisse und Leistungsfähigkeit des Innovationssystems angesichts dynamischer und innovativer Umfelder zu verbessern und hierfür die relevanten Akteure aus Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft in ihren jeweiligen Rollen umfassend zu mobilisieren« (Weber et al. 2021).

Um einen konzeptionellen Rahmen für eine agile, missionsorientierte Forschungs- und Innovationspolitik zu entwickeln, müssen zwei zentrale Aspekte hervorgehoben werden. Erstens muss sich die Forderung nach Agilität sowohl an die operative als auch an die strategische Ebene der Organisationen richten, die Forschungs- und Innovationspolitik betreiben. Zweitens verweist die Literaturanalyse auf eine Reihe von Kernfähigkeiten, die FuI-politische Aktivitäten leiten und eine Kultur agiler Innovationspolitik schaffen können.

Dementsprechend muss zwischen der strategischen und der operativen Ebene der Agilität in der modernen, missionsorientierten Forschungs- und Innovationspolitik unterschieden werden. Die strategische Ebene muss sich mit den Herausforderungen und dem Transformationsbedarf bei der Festlegung der Ziele befassen. Dabei stehen die Identifizierung, Definition und Priorisierung von Zielen sowie die Festlegung von mittelfristigen Vorgaben im Vordergrund. Sie muss in ein Transformationskonzept münden, das die Interventionslogik und die zugehörigen Roadmaps umfasst. Die operative Ebene hingegen muss sich nicht nur auf die schnelle Umsetzung von Maßnahmen und den notwendigen Austausch mit Stakeholdern konzentrieren, sondern auch das Feedback aus diesem Austausch für eine verbesserte Ausgestaltung der Politikinstrumente nutzen, für die horizontale Abstimmung mit benachbarten politikumsetzenden Einheiten (zum Beispiel zwischen verschiedenen Projektträgern und Agenturen) und rekursive Lernprozesse mit der strategischen Ebene. Die Erfahrungen aus der Umsetzung sollten demgemäß auch in die Weiterentwicklung des Transformationskonzepts zurückfließen.

Dies führt zu einer Differenzierung unseres Agilitätskonzepts in fünf Ebenen, wobei die oberen beiden Ebenen der Politikstrategie, die unteren beiden Ebenen der operativen Umsetzung zugeordnet sind und die mittlere Verbindungsebene, die das Interventionskonzept umfasst, eine Schlüssel- und Scharnierfunktion zwischen strategischer und operativer Ebene einnimmt:

- *Politische Begründungen:* Definition und Priorisierung gesellschaftlicher Herausforderungen
- *Agenda Setting:* Formulierung und Priorisierung von Aufgaben und politischen Zielen
- *Interventionskonzept:* Entwicklung des Interventions- und Transformationskonzepts

– *Instrumentenmix:* Auswahl und Koordination der Instrumente
– *Umsetzung:* Einsatz der Werkzeuge und Instrumente

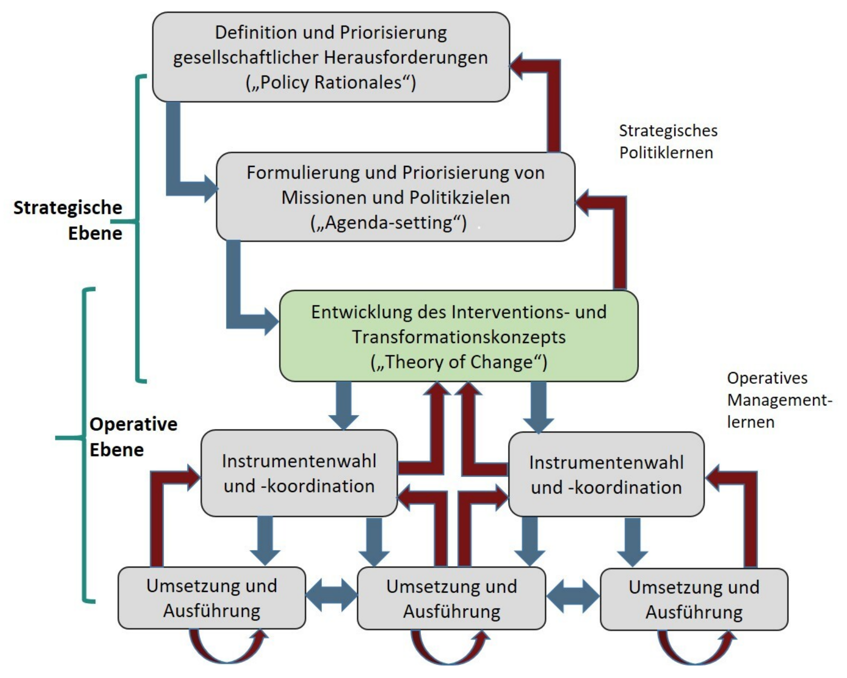


Abb. 1: Das Fünf-Ebenen-Modell der Agilität in der FuI-Politik
Quelle: Weber et al. (2021)

Zweitens sollten auf allen Ebenen einer agilen, missionsorientierten Forschungs- und Innovationspolitik die Hauptprinzipien der eingangs beschriebenen Agilitätskonzepte aufgegriffen werden. Dies ist entscheidend, um das Fünf-Ebenen-Konzept der Agilität samt der erforderlichen Rückkopplungsmechanismen umfassend umsetzen zu können. Die Übersetzung der Definition in eine operationalisierbare Form sieht die folgenden fünf Fähigkeiten der Agilität vor, die auf der jeweiligen Ebene weiter zu konkretisieren sind:

– *Flexibilität, d. h.,* wie schnell wird auf Veränderungen reagiert, und wie schnell und in welchem Umfang erfolgt die Anpassung?
– *Proaktivität, d. h.,* wie zukunftsorientiert wird gehandelt, und entsprechen der Maßnahmenkatalog und die Zeiträume möglicher Instrumente dem Zeitrahmen der anstehenden Herausforderungen?

- *Partizipation, d. h.*, sind alle Akteure beteiligt und mobilisiert, um die Legitimität der kollektiven Entscheidungsfindung zu gewährleisten und die Umsetzung von Maßnahmen in der Breite zu erleichtern?
- *Ambidextrie, d. h.*, ist die strukturelle Anpassungsfähigkeit im Spannungsfeld zwischen Stabilität und Variabilität der handelnden Akteure in der Forschungs- und Innovationspolitik gewährleistet und bedarfsgerecht ausbalanciert?
- *Reflexivität, d. h.*, gibt es wirksame Rückkopplungsschleifen, und sind umfassende Informationen verfügbar?

Diese Ausdifferenzierung von Agilität in der FuI-Politik in Form von Ebenen und Fähigkeiten kann durch Unterdimensionen, Zeitrahmen und zugehörige Leitfragen für die Analyse und Bewertung von Pilotbeispielen und Fallstudien weiter konkretisiert werden (vergleiche Tabelle 1), was auch den Weg für die Entwicklung erster Indikatoren für Agilität in der FuI-Politik ebnet.

Fähigkeit	**Definition**	**Erläuterungen**
Flexibilität	Die Flexibilität konkretisiert sich in Bezug auf die Geschwindigkeit und Häufigkeit der Wahrnehmung sowie den Umfang und die Breite des Instrumenteneinsatzes.	– Flexibilität bezieht sich auf die Schnelligkeit und Frequenz des Prozesses von der Wahrnehmung einer Anforderung bis zur Entscheidung. – Sie erfordert die Verankerung von Elementen und Verfahren in einer Organisation, die vorteilhaft sind, um neue Anforderungen zeitnah wahrzunehmen und darauf zu reagieren (Anpassungshäufigkeit). – Sie bedingt die Schaffung einer Organisationskultur und von Spielregeln, die Schnelligkeit und Flexibilität unterstützen. – Sie erfordert die Fähigkeit zu nicht-hierarchischem Denken und Eigeninitiative/Selbstorganisation in einem hochkomplexen Arbeitsumfeld. – Sie basiert auf Führung durch gemeinsame Visionen und Werte, die im Widerspruch zu den Karrierewegen im öffentlichen Dienst stehen können.

Fähigkeit	Definition	Erläuterungen
Proaktivität	Proaktivität bedeutet die Zukunfts- und Zielorientierung einer Maßnahme sowie die Übereinstimmung der Wirkungszeiträume mit der Stabilität/Frische der Anforderungen/Probleme.	– Proaktivität bedeutet, dass politische Entscheidungsträger bzw. öffentliche Akteure Informationen erkennen, die für die Veränderung zukünftiger Herausforderungen in ihrem Bereich relevant sind (*strategic foresight*), und in der Folge auch danach handeln. – Sie basiert auf der Tiefe und zeitlichen Reichweite der Wahrnehmung von zukünftigen Herausforderungen. – Sie erfordert Absorptionsfähigkeit bei Entscheidungsträger*innen in Politik und öffentlicher Verwaltung, damit diese überhaupt erst ein breites Spektrum an Fachwissen aufnehmen können. – Sie erfordert auch flache Hierarchien (Dezentralisierung) und kommunikative Rahmenbedingungen, die risikofreies und gesichtswahrendes Out-of-the-Box-Denken sowie mutige und zugleich nachvollziehbare Entscheidungen (im Gegensatz zu *muddling through*) ermöglichen.
Partizipation	Partizipation bedeutet die Einbeziehung und Mobilisierung aller Beteiligten und damit die Sicherstellung und Legitimierung der Entscheidungsfindung durch kollektive Prozesse.	– Partizipation bezieht sich auf die die Fähigkeit, ein breites Spektrum von relevanten Akteur*innen und Betroffenen anzusprechen, einzubeziehen und zu mobilisieren. Dabei können Dauer und Umfang der Partizipation variieren. – Partizipation soll das Mittragen von Entscheidungen durch die Dezentralisierung von Kompetenzen erhöhen. – Sie bringt die Bereitstellung von Kompensations- und Ausgleichsmechanismen zur Überwindung von Widerständen und zur Sicherstellung der Mobilisierung mit sich.

Fähigkeit	Definition	Erläuterungen
Ambidextrie	Ambidextrie ist die strukturelle Anpassungsfähigkeit im Spannungsfeld zwischen Stabilität und Variabilität der handelnden Akteure in der Forschungs- und Innovationspolitik.	– Ambidextrie bedeutet die Irritationsfähigkeit der Organisation bei gleichzeitiger Sicherstellung von Routineaufgaben. – Sie umfasst die Einführung agiler Prozesse und Methoden und die Einrichtung neuer, befristeter Organisationseinheiten oder ganzer Institutionen. – Dazu gehören Irritationen durch Experimente (mit zeitlicher Begrenzung) sowie die Gestaltung eines organisatorischen Wandels, der einige Experimente in feste Strukturen überführt und andere Experimente abbricht.
Reflexivität	Reflexivität ist das tatsächliche Vorhandensein wirksamer Rückkopplungsschleifen auf der Grundlage empirischer Belege wie Daten oder auf der Grundlage qualitativer Bewertungen und Informationen.	– Reflexivität benötigt zwei Arten organisatorischer Voraussetzungen, nämlich Strukturen und Prozesse, die es ermöglichen, – aus den Maßnahmen zu lernen und das Gelernte (Evidenz, Feedback usw.) in die Neugestaltung der Maßnahmen einzubeziehen (*single loop learning*). – aus Maßnahmen zu lernen und das Gelernte zu nutzen, um neue Anforderungen auch auf anderen Ebenen wahrzunehmen (*double loop learning*).

Tab. 1: Fähigkeiten für innnovationspolitische Agilität – Operationalisierungen
Quelle: aufbauend auf Weber et al. (2021)

3. Methodik und empirische Beispiele: Drei Beispiele aus dem deutschen Kontext

Angesichts der Neuartigkeit des Agilitätskonzepts in der FuI-Politik dient die empirische Illustrierung weniger der Prüfung konkreter Hypothesen als vielmehr der Überprüfung der Anwendbarkeit des Konzepts und seiner Operationalisierung anhand von drei Pilotbeispielen aus Deutschland.[4]

Die drei ausgewählten Fälle decken unterschiedliche Merkmale des entwickelten Agilitätsrahmens ab. Sie spiegeln unterschiedliche Ebenen und Aktivitäten wi-

4 Die detaillierten Fallstudien finden sich in Weber et al. (2021). Zehn weitere, enger gefasste internationale Fallstudien, die sich nur auf bestimmte Agilitätsfähigkeiten und -ebenen beziehen, wurden ebenfalls untersucht, werden hier aber nicht näher dargestellt; sie sind aber in die Schlussfolgerungen für Politik und Forschungsagenda eingeflossen.

der, um das Agilitätskonzept zu veranschaulichen. Der Fall der Innovationsförderung für KMU veranschaulicht die Schwierigkeiten, strategische Herausforderungen in ein operatives Konzept zu übertragen, da die strategische Agilität nicht ausreicht, die operative Ebene jedoch sehr flexibel ist. Das Beispiel Entwicklung des Strommarkts in der Energiewende beschreibt, wie ein strategisches Konzept durch seinen eingebauten Reflexionsmechanismus agil wird (und wann nicht). Die Reaktionen auf die Corona-Herausforderung in der deutschen Forschungs- und Innovationspolitik stehen für schnelles Handeln auf operativer Ebene unter Verwendung vorbereiteter Aktionspläne.

Diese Fälle werden mithilfe eines Methodenmixes analysiert. Die Grundlage bildet eine umfassende Sekundärforschung und Literaturanalyse. Darüber hinaus trugen Expert*inneninterviews aus verschiedenen Blickwinkeln und mit verschiedenen Akteur*innen zusätzliches Wissen über die Prozesse und internen Entscheidungsherausforderungen bei (Weber et al. 2021).

Innovationsförderung für KMU

Das erste Pilotbeispiel befasst sich mit der Innovationsförderung von KMU (vergleiche Kovac 2021; Weber et al. 2021: 55 ff.). In den letzten Jahren bestand eine zentrale Herausforderung darin, vor dem Hintergrund rückläufiger Innovationsaktivitäten bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) bedarfsgerechte Instrumente zu initiieren, die einen breiteren Kreis als die tatsächlich durch Fördermaßnahmen erreichten KMU ansprechen können. Daher wurde die Zahl der eingesetzten Fördermaßnahmen durch die federführenden Ministerien BMBF und BMWi von fünf Maßnahmen in 2010 auf 18 Maßnahmen in 2020 erweitert, ohne dass im Ergebnis der Anteil von innovierenden KMU messbar erhöht werden konnte.

Auf der strategischen Ebene der Politikentwicklung standen relevante Informationen zur Problemlage zur Verfügung, wie sie unter anderem durch zahlreiche Studien und Analysen zum Innovationsverhalten des deutschen Mittelstandes zusammengetragen wurden. Insbesondere die unterschiedlichen Wege der industriellen KMU zur Wissensaneignung wurden problematisiert, denn viele KMU erweitern ihre Wissensbasis nicht durch Forschung und Entwicklung, sondern durch andere Wege, zum Beispiel durch Aufbau von Erfahrungswissen in der Produktion oder durch kund*innenspezifische Anpassungen der Produkte und Dienstleistungen (vergleiche Som et al. 2017).

Die Nutzung dieser vielfältigen Informationen für eine agile Neu- und Weiterentwicklung der Innovationsförderung wurde jedoch aufgrund fehlender personeller, teilweise fachlicher und organisatorischer Kapazitäten bei den »innovationspolitischen Designern« in den Referaten des BMBF und BMWi behindert. Ein

ähnliches Bild zeigt sich in der Evaluationspraxis, wo das detaillierte Wirkungswissen über einzelne Instrumente nur bedingt für eine gezielte, strukturierte und strategische Bearbeitung auf der Policy-Mix-Ebene genutzt werden konnte. Die Policy-Mix-Ebene ist wichtig, weil sich durch den stärker adressierten DUI-Innovationsmodus (Doing-Using-Interacting) und die Diversifizierung der Innovationshemmnisse durch die Digitalisierung jeweils neue und übergreifende Ansatzpunkte für die Innovationsförderung ergeben haben.

Aufgrund dieser Hindernisse konnten im Rahmen der Detaillierungs- und Übersetzungsprozesse aus den oben genannten Forschungsergebnissen keine konkret adressierten Ziele abgeleitet werden, die eine Erweiterung des Spektrums von unterschiedlichen Förderinstrumenten erlaubt hätten. Hierzu wäre die Mobilisierung anderer Stakeholder (zum Beispiel »forschungsferne« KMU) notwendig gewesen, die aber nicht für die institutionalisierten Partizipationsmechanismen vorgesehen waren bzw. nicht für eine Teilnahme erreicht wurden. Auch wurde das Wissen ministeriumsübergreifend nicht zusammengetragen.

Um ein abgestimmtes und übergreifendes Verständnis für die erweiterten Ziele der KMU-Innovationsförderung innerhalb und zwischen den jeweiligen Ministerien zu entwickeln, wären daher Task Forces sinnvoll, die aber mit größeren Entscheidungskompetenzen im Sinne einer schnelleren Handlungsfähigkeit ausgestattet werden könnten (wie in der internen Arbeitsgruppe KMU im BMBF angedacht).

Auf der operativen Ebene wurde deutlich, dass die vorhandenen Strukturen und Prozesse vor allem für die schnelle, inkrementelle Weiterentwicklung von bekannten Instrumenten geeignet sind, während die Entwicklung und Implementierung qualitativ neuer Instrumente mehrere Jahre in Anspruch nehmen kann, insbesondere dann, wenn regulative Hindernisse und/oder Verwaltungsvorschriften angepasst werden müssten. Der vorhandene instrumentelle Handlungs- und Optionsraum ist zudem stark auf die angebotsseitige Projektförderung ausgerichtet, die ein scheinbar breites Spektrum an Angeboten umfasst. Andere Formen wie die Kompetenzförderung im Bereich der Digitalisierung sind dagegen erst in jüngster Zeit initiiert worden und andere nachfrageseitige Instrumente sind noch wenig ausdifferenziert. Sie stehen daher den innovationspolitischen Designern nicht im gleichen Ausmaß und in ausgearbeiteter, schnell einsetzbarer Form zur Verfügung.

Die nachfrageseitige FuI-Politik für den Strommarkt in der Energiewende

Das zweite Pilotbeispiel (vergleiche Schwäbe 2021), die Entwicklung des Strommarktes in der Energiewende als nachfrageseitiges Instrument, geht der Frage

nach, ob hierbei tatsächlich agil gehandelt und institutionell gelernt wurde. Auf der strategischen Ebene des geschilderten Agilitätskonzeptes (siehe Abbildung 1) ist hierbei interessant, dass die Ausarbeitung eines Transformationskonzepts für die Energiewende zunächst jenseits der konkreten Gesetzgebungsverfahren stattfand, zum Beispiel in Formaten wie der Kohlekommission oder den Koalitionsausschüssen, die der eigentlichen Gesetzgebung vorausgingen. Dadurch konnte eine Vielzahl von Problemen im Vorfeld geklärt werden, die sonst im langwierigen Gesetzgebungsverfahren aufgetreten wären.

Eine weitere Herausforderung war die proaktive Formulierung von Zielen und kohärenten Missionen, um mögliche Fehler bei der Richtungsvorgabe des Transformationsprozesses zu vermeiden. Obwohl die Ziele für die erneuerbaren Energien aus klimapolitischen Überlegungen abgeleitet wurden, gab es keine Verzahnung des Einstiegs in die erneuerbaren Energien mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung. Darüber hinaus zeigte sich gerade bei der Energiewende die Notwendigkeit im Lauf der Zeit das Zusammenspiel zwischen der Ebene der strategischen Zielfindung und Zieländerung und der operativen Ebene besser zu verzahnen. Letztere stellt die Informationen zur Verfügung, die gegebenenfalls zur Zielanpassung, mindestens aber zur Anpassung der Instrumente erforderlich sind. Diese müssen notwendigerweise in die Gesetzesformulierung und Novellierung mit einfließen, da gerade bei nachfrageorientierten Fördermaßnahmen der Gesetzgeber eine zentrale Rolle spielt. Hier kommt es dann auf die Geschwindigkeit des Gesetzgebungs- oder Verordnungsverfahrens an.

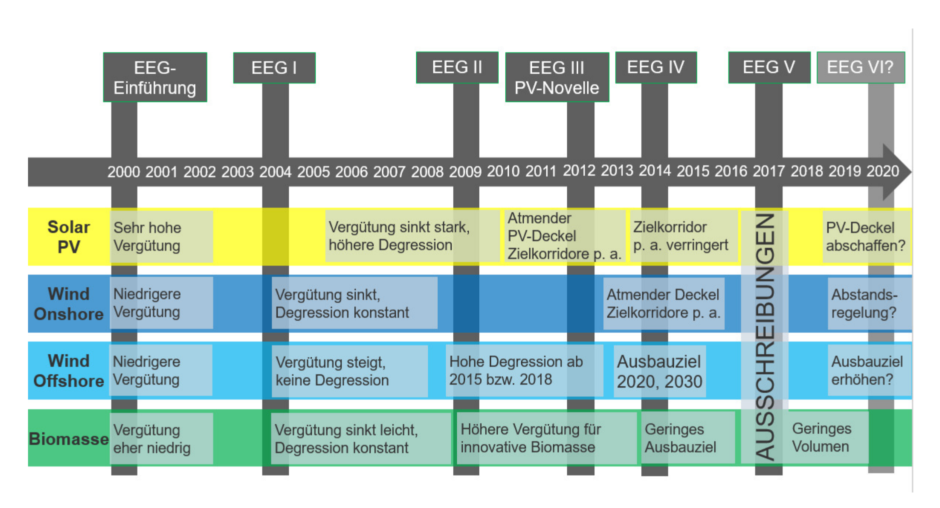


Abb. 2: Politiklernen am Beispiel des Designs des Erneuerbare-Energien-Gesetzes
Quelle: Weber et al. (2021)

Neben dieser ersten Verzahnungsproblematik besteht eine weitere Herausforderung in der Integration von Monitoring-Ergebnissen und daraus abgeleiteten Handlungsbedarfen mit politischen Lern- und Anpassungsprozessen. Hier hat sich gezeigt, dass die beim Monitoring festgestellten Probleme nicht ohne Weiteres Gesetzgebungsverfahren auslösen, mit denen die beobachteten Probleme zeitnah angegangen werden könnten. Durch ein schnelleres Aufgreifen von Monitoring-Ergebnissen könnten Nicht-Entscheidungen und Verzögerungen in Gesetzgebungsverfahren vermieden werden, insbesondere, wenn strategische Entscheidungen zeitlich geboten und notwendig sind.

Die Beteiligung von Stakeholdern, Wissenschaft und allen relevanten politischen Akteuren ist ein wichtiges Instrument, wenn es darum geht, einen breiten Konsens über strategische Entscheidungen und das daraus resultierende Transformationskonzept herzustellen. Im Gegensatz zur Kohlekommission spielten die bisherigen Expertenkommissionen bis zum Untersuchungszeitpunkt nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Studienergebnisse legen nahe, dass neue Strukturen für die Einbindung von Stakeholdern, Gesellschaft, Wissenschaft und Politik in die Debatte um Transformationskonzepte und Handlungsbedarfe der Energiewende im Strommarkt nötig sind. Ein Ansatzpunkt wäre zum Beispiel, die für die verschiedenen Ebenen des Agilitätskonzepts jeweils notwendig zu beteiligenden Stakeholder zu identifizieren. So wird eine Überlastung mancher zivilgesellschaftlicher Akteure vermieden, und so können zielgerichtet die Wissensbestände für die jeweilige Handlungsebene des Agilitätskonzeptes von den geeigneten Wissensträgern eingebracht werden.

FuI-Politik als Reaktion auf die Covid-19-Pandemie

Das dritte Pilotbeispiel (vergleiche Schwäbe et al. 2021) beschäftigt sich mit den Reaktionen der FuI-Politik auf die Corona-Krise im Jahr 2020. Hier lassen sich drei Handlungsfelder unterscheiden.

Im medizinisch-epidemiologischen Bereich konnten Forschungsaktivitäten zur Sichtung von Wissensbeständen, Bekämpfungsstrategien und der Schließung von Wissenslücken zur Bekämpfung der Pandemie und des Virus schnell aufgesetzt werden. Insgesamt wurden dabei 36 Maßnahmen in Angriff genommen, die von Anfang März bis Mitte Juni 2020 initiiert worden. Der erste Förderaufruf erfolgte bereits am 3. März 2020. Weitere Aufrufe erfolgten am 19. März 2020 durch die DFG, die Etablierung von Forschungsnetzwerken der deutschen Universitätsmedizin am 26. März 2020, am 11. Mai die Förderung von zusätzlichen Nachwuchsgruppen in der Infektionsforschung und eine Reihe von Sonderprogrammen zur Impfstoffentwicklung am 14. Mai 2020; diese beinhaltete auch

Investitionsbeihilfen zur Skalierung der Impfstoffherstellung. Zusätzlich wurden noch einzelne Hersteller gefördert oder weitere Programm-Fördermaßnahmen auf die Bekämpfung der Pandemie ausgerichtet. Zudem wurde die internationale Beteiligung der Bundesrepublik Deutschland an Programmen der Europäischen Union oder der Weltgesundheitsorganisation ebenfalls bis zum Sommer erheblich ausgebaut. Diese schnelle Reaktion in der Wissenschafts- und Forschungspolitik war auf der Basis der durchgeführten Interviews vor allem auf eine entsprechende Vorbereitung in vorhergehenden Jahren zurückzuführen. So lagen bereits Blaupausen aus früheren Krisen vor, etwa aus der Ebola-Krise 2016/2017. Die Digitalisierung von Arbeitsprozessen bei der Begutachtung, regulierende Begutachtungsverfahren statt Jury-Bewertung an einem Stichtag, sowie das Empowerment der Fachebene im BMBF ermöglichten schnelle Entscheidungen.

Es ist wichtig, dieses Wissen aus den Ad-hoc-Prozessen zu sichern, Erfahrungen auszutauschen und zu analysieren, um sie anschließend anzupassen und dann in der Breite zukünftig bei weiteren Krisen dieser Qualität einsetzen zu können. Dies gilt auch für die Anpassungen im Zuwendungsrecht selbst, die Nutzung bestehender Spielräume, die Erfahrungen im Hinblick auf die aktive Begleitung der geförderten Projekte und das Management von Projektportfolios.

Der zweite Handlungsbereich umfasst die FuI-politischen Reaktionen auf die sozioökonomischen Auswirkungen der Corona-Krise. Hier setzte ein Schub durch die Konjunkturpakete I und II ab Frühsommer 2020 ein, weil dort einige der FuI-politischen Missionen explizit adressiert wurden. Adressiert wurden insbesondere Maßnahmen zur Steigerung der Elektromobilität, der Digitalisierung und des Ausbaus erneuerbarer Energien, auch durch Anpassung des Energieeinspeise-Gesetzes (EEG). Interessant ist die Beobachtung, dass dabei Kombinationen von regulatorischen und nachfragestimulierenden Maßnahmen und die Entwicklung neuer Lösungen durch FuE angeregt wurden.

Diese gezielte Verwendung eines Policy-Mix wird allerdings noch zusätzliche Anstrengungen des Policy Learning und Anpassungen in der Governance nach sich ziehen müssen. Diese sind bislang nur in Ansätzen erkennbar. Zudem liegen auch noch keine Evaluierungen dieser beiden großen Pakete vor, zumal ja deren Wirksamkeit insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Ukraine-Krise gerade für die Energieversorgung und zum Ausbau der erneuerbaren Energieformen von besonderem Interesse wäre. Die befragten Gesprächspartner betonten schon damals die Notwendigkeit, aus den Erfahrungen der Pandemie-Maßnahmen so zu lernen, dass zum einen für zukünftige Pandemien das Wissen gesichert bleibt und zum anderen die Erfahrungen mit der Durchführung solcher agilitätsorientierten Maßnahmen für andere Problemstellungen oder gesellschaftliche Herausforderungen zukünftig genutzt werden können.

Der dritte Handlungsbereich der längerfristigen strukturellen Anpassungen des FuI-Systems hat bislang noch wenig Beachtung gefunden. Am Beispiel der Nachwuchsförderung lässt sich aber zeigen, dass Grundsatzentscheidungen in der FuI-Politik zukunftsrobust aufgestellt werden, indem mögliche positive oder negative Szenarien in die Strategieformulierung mit einfließen und Kataloge möglicher Sicherungsmaßnahmen entwickelt werden sollten (etwa die Ausarbeitung von Notfallplänen, die in Krisensituationen rasch aktiviert werden können). So haben zum Beispiel andere europäische Länder ihre jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Promotionsphase anders und besser abgesichert – zum Beispiel Spanien – als dies in der Bundesrepublik Deutschland der Fall war.

Noch grundlegender aus innovationspolitischer Sicht ist die Frage, ob und wann infolge einer Krisensituation inkrementelle Verbesserungen der vorhandenen Förderinstrumente nicht mehr ausreichen und neue Instrumente konzipiert werden müssen, um sich aus Pfadabhängigkeiten zu lösen und neue, der Post-Krisensituation angemessene Wege einschlagen zu können. Diese Art von Veränderungsfähigkeit sollte in der Forschungs- und Innovationspolitik systematisch adressiert sowie strategisch ausgebaut und verankert werden.

4. Anregungen für die deutsche FuI-Politik

Ansatzpunkte auf der strategischen Ebene

Das entwickelte Agilitätskonzept und die darauf aufbauenden empirischen Arbeiten legen eine Reihe von Ansatzpunkten nahe, durch die die Agilität der deutschen FuI-Politik zunächst auf der strategischen Ebene erhöht werden könnte. Sehr wichtig ist eine frühzeitige politische Diskussion und Konsensfindung über wesentliche Leitorientierungen zu potenziell kontroversen Themen, die möglichst viele Stakeholder einbeziehen sollte. Derartige externe Impulse können konkret in Form von Foresight-Prozessen mit Breitenwirkung vorbereitet werden, in denen normative Grundsatzfragen zwischen Exekutive und Legislative proaktiv geklärt werden. Grundvoraussetzung für Agilität in der FuI-Politik ist zudem die Bereitschaft zum Lernen und zur Veränderung. Hilfreich ist es, externe Impulse und Expertise einzubeziehen, zum Beispiel durch temporäre Expert*innengruppen oder ständige Beratungsgremien. Deren Wirksamkeit hängt jedoch von einer guten Anbindung an die Arbeit der Ressorts ab.

Neben diesen externen Impulsen brauchen die ministeriellen Akteur*innen auch Reflexionsräume, in denen die notwendigen »dynamischen Fähigkeiten« entwickelt werden können, um neue Handlungsoptionen zu erschließen, die auch außerhalb der etablierten Strukturen liegen können. Hierfür ist sicherlich eine

grundsätzliche Unterstützung durch die Führungsspitze unabdingbar, aber auch Anreize für innovative Initiativen in der öffentlichen Verwaltung und das positive Hervorheben derartiger Initiativen sind notwendig, um eine dynamischere und agilere Organisationskultur zu etablieren.

Neben übergreifenden Koordinations- und Entscheidungsfunktionen, zum Beispiel durch strukturelle Maßnahmen wie ein veränderter Zuschnitt von Ministerien oder die Bündelung übergreifender Entscheidungskompetenzen im Bundeskanzleramt, empfiehlt sich im Sinne der Agilität eine stärkere Delegation von Verantwortung an interministerielle Arbeitsgruppen und Referate, insbesondere, wenn diese dann auch mit entsprechenden Entscheidungskompetenzen ausgestattet werden.

Die Covid-19-Krise hat gezeigt, dass auch strukturelle Anpassungen des FuI-Systems notwendig sein werden, um es robuster und gleichzeitig anpassungsfähiger für künftige Krisen zu machen. Die aktuelle Situation und die daraus gezogenen Lehren bieten die Möglichkeit, solche strukturellen Anpassungen einzuleiten, beispielsweise im Hinblick auf arbeitsrechtliche Regelungen, die Verlängerung von Projektförderungen oder die rasche Verschiebung von Budgetmitteln hin zu neuen Prioritäten.

Sowohl die Covid-19-Erfahrung als auch die Herausforderung der politischen Koordinierung unterstreichen, dass die Delegation von Entscheidungsverantwortung und die Ermächtigung auf operativer Ebene für eine agile FuI-Politik von immenser Bedeutung sind.

Agilität ist aber auch eine Frage der Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten in einer Organisation. Rekrutierung mit Blick auf Vielfalt und disziplinäre Breite statt Monokultur ist wichtig für eine agile Organisationskultur, ebenso wie durchlässige Strukturen und Mobilitäts- und Qualifizierungsangebote.

Ansatzpunkte auf der operativen Ebene

Auch auf der operativen Ebene lassen sich einige weitere Ansatzpunkte identifizieren. Durch ein ausgeprägteres und aktiveres Management von Projekten könnten verschiedene Optionen vorangetrieben und je nach Fortschritt angepasst, erweitert oder sogar gestrichen werden. So ein Ansatz wird zum Beispiel bei den US-amerikanischen Programmen der DARPA, ARPA-E und ARPA-H[5] verfolgt. So-

5 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), ARPA-E (Advanced Research Projects Agency – Energy) und ARPA-H (Advanced Research Projects Agency for Health) sind FuE-Förderagenturen in den Vereinigten Staaten, die in ihren jeweiligen Arbeitsbereichen hochinnovative Ideen und bahnbrechende Technologieprojekte unterstützen.

genannte Programm-Manager steuern die Projekte, die sie vorher in ihren Zielstellungen konkret formuliert haben, eng und zeitnah anhand konkreter Meilensteine. Sie können zudem die bereitgestellten Mittel fast nach Belieben – inklusive Projektabbruch bei Nicht-Erreichen von Meilensteinen – und instrumentell variabel einsetzen: bei wissenschaftlichen Förderprojekten, angewandter Forschung und Entwicklung bis hin zur Beteiligung an wichtigen Unternehmen. Dies erfordert sowohl ein Portfolio mit Vorhaben unterschiedlicher Risikohöhe und Zeithorizonte als auch die Adressierung von Engpässen in unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette. Es setzt zudem ein hohes Maß an Entscheidungsverantwortung der zuständigen Portfoliomanager*innen voraus, damit vor Ort fachlich und inhaltlich fundierte Entscheidungen getroffen werden können. Dies wiederum erfordert ein gut entwickeltes System der strategischen und technologischen Vorausschau, verbunden mit einem verbesserten Monitoring-System als Grundlage für das Lernen des Managements.

Außerdem muss die »Eigenverantwortung« für umfassendere Programme und/oder eine bessere Koordinierung verbessert werden. Ob das derzeitige Modell der dreijährigen Beauftragung von Projektträgern als Dienstleister für Ministerien für eine solche verantwortungsvolle Rolle förderlich ist, ist zu fragen. Die Agenturmodelle anderer Länder verweisen auf alternative Modelle für die Ausgestaltung der Arbeitsteilung zwischen Ministerien und nachgelagerten Durchführungsorganisationen, die zumindest als Anregung für eine Weiterentwicklung des deutschen Projektträgermodells in Richtung höhere Agilität herangezogen werden sollten.

Ansatzpunkte an der Schnittstelle zwischen strategischer und operativer Ebene

Eine enge Interaktion zwischen strategischer und operativer Ebene spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für die Agilität der FuI-Politik. Damit die Erfahrungen aus der Umsetzung in die Prioritätensetzung und die Anpassung der Interventionslogik einfließen können, müssen wirksame Feedbackschleifen vorgesehen werden. Evaluierungen, insbesondere solche, die sich auf systemische Wirkungen oder auf das Zusammenwirken von Policy Mixes konzentrieren, sind hierfür geeignet und sollten ausgebaut werden.

Um die Flexibilität und Proaktivität zu erhöhen, sollte mehr Entscheidungskompetenz von Ministerien auf Agenturen bzw. Projektträger verlagert werden. Dies sollte mit klar definierten Vorgaben und Orientierungen seitens der übergeordneten Ministerien verbunden sein.

Da die obige Liste von Anregungen recht umfangreich ist, könnte es den Anschein haben, dass sie dem Grundprinzip der Agilität widerspricht, aufwendige und schwerfällige Verfahren zu vermeiden. Allerdings sollten die Anregungen eher

als ein Menü von Optionen verstanden werden, das an die angesprochene Agilitätsfähigkeit und die Lernkultur in den jeweiligen Organisationen angepasst werden muss. Sie sind daher eher als Hinweise für den kulturellen Wandel in Richtung Agilität zu verstehen, der für eine erfolgreiche, missionsorientierte Forschungs- und Innovationspolitik erforderlich ist.

5. Bewertung des Agilitätskonzepts und weiterer Forschungsbedarf

Das vorgestellte Agilitätskonzept wurde entwickelt, um verschiedene deutsche und internationale Fälle agiler FuI-Politik sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene zu untersuchen und daraus Anregungen für die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der deutschen FuI-Politik angesichts wachsender Herausforderungen zu gewinnen (Schartinger et al. 2021; Kovac 2021; Schwäbe 2021; Schwäbe et al. 2021). Was kann man nun über die Nützlichkeit des Konzepts, seine Stärken und Nachteile sowie über künftige Forschungsrichtungen lernen, um es breiter anwendbar zu machen?

Das Agilitätskonzept bietet zunächst einen umfassenden Rahmen für die aktuelle Agilitätsdebatte in Deutschland. Dabei ist zu beachten, dass angesichts der sich verändernden und anspruchsvolleren Aufgaben der FuI-Politik (zum Beispiel zur Adressierung der Missionsorientierung) nicht nur die operative Ebene der administrativen Umsetzung von FuI-Politikmaßnahmen gefordert ist (Alter et al. 2014), sondern auch die strategische Ebene der Politikformulierung (OECD 2015). Die untersuchten Beispiele haben gezeigt, dass es auf beiden Ebenen Bestrebungen gibt, die Agilität zu verbessern, und das Konzept konnte diese gut erfassen.

Das Konzept unterscheidet fünf Handlungsebenen und fünf Agilitätsfähigkeiten, die auf allen fünf Ebenen anwendbar sind. Es wurde deutlich, dass dieser Rahmen nützlich ist, um die Erfahrungen aus der Praxis zu systematisieren und auch neue Facetten aufzuzeigen. In dieser Hinsicht lässt sich sagen, dass das Konzept neue Einsichten und ein systematischeres Verständnis von Agilität in der FuI-Politik ermöglicht. Insbesondere die fünf Agilitätsfähigkeiten Flexibilität, Proaktivität, Partizipation, Ambidextrie und Reflexivität haben sich bei der Analyse der Pilotbeispiele bewährt, um das ursprünglich rein theoriegeleitete Konzept der Agilität greifbarer zu machen. Mit der Operationalisierung in Form von Leitfragen war es zudem möglich, zumindest Ansatzpunkte für mögliche Indikatoren zu testen.

Die empirische Untersuchung hat auch gezeigt, dass der Analyserahmen für konkrete Anwendungen und Fallstudien vereinfacht werden kann, indem primär zwischen einer strategischen und einer operativen Ebene sowie der Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Ebenen unterschieden wird.

Dabei bestätigte sich auch die entscheidende Rolle eines klaren Interventionskonzepts als gemeinsamer Bezugspunkt für den Austausch zwischen der Ebene der politischen Strategiebildung und der Ebene der Politikumsetzung. Insbesondere erwies sich das Interventionskonzept als vorteilhaft, um die Notwendigkeit des Einsatzes von Policy Mixes und deren kohärente Umsetzung herauszuarbeiten.

Vor diesem Hintergrund besteht weiterer empirischer Forschungsbedarf im Hinblick auf folgende Fragen:

- *Verbreiterung der empirischen Basis:* Über einzelne Pilotbeispiele und Fallstudien hinaus besteht ein Bedarf an umfassenderen empirischen Untersuchungen zu agilen FuI-Politikpraktiken, insbesondere zu deren operativer Umsetzung in den Institutionen (im Sinne einer Selbstreflexion). Neben dem BMBF und dem BMWK sollten auch andere staatliche Akteure der Forschungs-, Innovations- und Sektorpolitik, zum Beispiel im Falle von angestrebten Systemtransformationen, einbezogen werden.
- *Berücksichtigung des politischen Kontextes und der politischen Kulturen:* Die deutschen Pilotbeispiele stoßen aufgrund ihrer Einbettung in die nationale politische Kultur an Grenzen der Verallgemeinerbarkeit. Daher sollten unterschiedliche politische Kulturen als Rahmen für einen systematischen internationalen Vergleich agilitätsorientierter Politikansätze herangezogen werden.
- *Ausweitung der Agilitätsuntersuchungen auf den benachbarten Bereich der (tertiären) Bildungspolitik:* Der Bereich der Bildungspolitik stellt im Hinblick auf die Agilität eine besonders große Herausforderung dar, weil hier Bundes- und Länderkompetenzen interagieren. Das tertiäre Bildungssystem besitzt zudem hohe Relevanz für die Entwicklung von agilen Fähigkeiten im Forschungs- und Innovationssystem.
- *Anwendung des Agilitätskonzepts auf das Rechtsregime:* Die Fähigkeit zur Agilität insbesondere auf der operativen Ebene ist in hohem Maße vom vorherrschenden Rechtsregime geprägt, innerhalb dessen innovationspolitische Akteure handeln und dessen ausgeprägter Hang zur Formalisierung und Ausdifferenzierung rechtlicher Prozesse (zum Beispiel im Rahmen des Haushaltsrechts, des Vergaberechts oder des Beihilferechts) einer raschen Umsetzung von politischen Entscheidungen sowie zugehörigen Maßnahmen und Programmen im Wege stehen kann.

Im Hinblick auf die konzeptionelle Weiterentwicklung agiler FuI-Politik ist die Formulierung eines Referenzrahmens zur Bewertung von Agilität in der FuI-Politik die wohl wichtigste unbeantwortete Frage. Die identifizierten Agilitätsfähigkeiten und -ebenen ermöglichen zwar eine systematische und differenzierte Analyse agiler Praktiken in der FuI-Politik, sie reichen aber nicht aus, um vergleichend zu beurteilen, ob bestimmte Praktiken agiler sind als andere. Zudem können

die verschiedenen Fähigkeiten synergetisch zusammenwirken und sind daher integriert zu betrachten. Es können daher einige nächste Schritte zur Verbesserung des Agilitätskonzepts in Richtung eines differenzierteren Bewertungsrahmens vorgeschlagen werden.

- *Verbesserung im Laufe der Zeit:* Bestimmte Agilitätsfähigkeiten wie Flexibilität sollten im Zeitverlauf untersucht und zu verschiedenen Zeitpunkten bewertet werden. Als Indikatoren könnten zum Beispiel Umsetzungsindikatoren wie die Dauer von Antrags- oder Genehmigungsverfahren bei der direkten Projektförderung herangezogen werden. Dazu müsste man allerdings viel tiefer in die internen Abläufe der beteiligten Ministerien und Behörden eindringen.
- *Entwicklung einer Toolbox mit Instrumenten für einen Policy-Mix:* Politische Instrumente könnten in Form eines Werkzeugkastens weiter systematisiert und standardisiert werden, um die Aufgabe der Politikgestaltung zu erleichtern und zu beschleunigen sowie die Übersetzung verschiedener politischer Instrumente in kohärente Pakete für die Umsetzung zu erleichtern.
- *Konzeptionelle Fortschritte auf der Grundlage von Vergleichen verschiedener Innovationssysteme:* Auch länderübergreifende internationale Vergleiche können neue konzeptionelle Erkenntnisse liefern. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass arbeitsteilige Prozesse zwischen öffentlichem und privatem Sektor immer vom historisch gewachsenen institutionellen Umfeld abhängen. Dies erschwert die Bewertung und Übertragung von »Best-Practice-Anwendungen« vor dem Hintergrund spezifischer politischer Systeme und Rahmenbedingungen und macht deutlich, dass dies ein sehr kontextabhängiges Unterfangen ist.
- *Normative Anforderungen an neue Formen von Innovationsprozessen und -systemen:* Einschätzungen zu agilen oder nicht agilen Politiken lassen sich auch aus den aktuellen Anforderungen des Innovationsprozesses und den damit verbundenen zukünftigen Herausforderungen ableiten. Hier können Referenzpunkte insbesondere aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen der Innovations- und Transformationsforschung entwickelt und kontextspezifisch überprüft werden. Dies wäre insbesondere im Hinblick auf eine missionsorientierte FuI-Politik von Interesse. Aus der bestehenden Vielfalt empirischer Studien zu Übergängen und Transformationen lassen sich beispielsweise Hinweise für das Zusammenspiel von FuI-Politik und sektoralen Politiken ableiten.

Literatur

Alter, R.; Lau, E.; Saya, S. (2014): Towards a more agile public governance. OECD Observer, S. 28–29.

Barben, D.; Fisher, E.; Selin, C.; Guston, D. H. (2008): Anticipatory governance of nanotechnology: foresight, engagement, and integration. In: Hackett, E. J., Amsterdamska, O., Lynch, M. E., Wajcman, J. (Hrsg.): Handbook of Science and Technology Studies. 3rd Edition, Cambridge (Mass.), MIT Press, S. 979–1000.

Borrás, S.; Edquist, C. (2019): Holistic Innovation Policy: Theoretical Foundations, Policy Problems, and Instrument Choices. Oxford University Press.

Conboy, K. (2009): Agility from first principles: Reconstructing the concept of agility in information systems development. In: *Information systems research* 20(3), S. 329–354.

Conforto, E. C.; Amaral, D. C.; da Silva, S. L.; Di Felippo, A.; Kamikawachi, D. S. L. (2016): The agility construct on project management theory. In: *International Journal of Project Management* 34(4), S. 660–674.

Doz, Y.; Kozonen, M.; Virtanen, P. (2018): Strategically Agile Government. In: Farazmand, A. (Hrsg.): Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance. Living Edition, Springer.

Ganguly, A.; Nilchiani, R.; Farr, J. V. (2009): Evaluating agility in corporate enterprises. In: *International journal of production economics* 118(2), S. 410–423.

Hightech-Forum (2020). Agilität im Innovationssystem – der Staat als Akteur. Impulspapier aus dem Hightech-Forum. Berlin. Online verfügbar unter https://www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hightech-forum_impulspapier_agilit%C3%A4t.pdf, zuletzt geprüft am 13.06.2023.

Kemp, R.; Loorbach, D.; Rotmans, J. (2007): Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. In: *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 14(1), S. 78–91.

Kimbell, L.; Bailey, J. (2017): Prototyping and the new spirit of policy-making. In: *CoDesign – International Journal of CoCreation in Design and the Arts* 13(3), S. 214–226.

Kovac, M. (2021): Agility in Innovation Policy Design. An analysis of the innovation-oriented instrument mix for SMEs in Germany. Paper for the EU-SPRI 2021 Conference, Oslo.

Kuhlmann, S.; Stegmaier, P.; Konrad, K. (2019): The tentative governance of emerging science and technology – A conceptual introduction. In: *Research policy* 48(5) S. 1091–1097.

Kuittinen, H.; Polt, W.; Weber, K. M. (2018): Mission Europe? A revival of mission-oriented policy in the European Union. In: Council for Research and Technology Development (Hrsg.), Re: thinking Europe. Positions on Shaping an Idea. Holzhausen, Vienna, S. 197–212.

Liang, L.; Kuusisto, A.; Kuusisto, J. (2018): Building strategic agility through user-driven innovation: the case of the Finnish public service sector. In: *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 19(1), S. 74–100.

Markard, J. (2020): The life cycle of technological innovation systems. In: *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 153, No. 119407.

Mazzucato, M. (2018): Mission-oriented research & innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth. Brussels, European Commission.

McGann, M.; Blomkamp, E.; Lewis, J. M. (2018): The rise of public sector innovation labs: experiments in design thinking for policy. In: *Policy Sciences* 51(3), S. 249–267.

Mergel, I.; Gong, Y.; Bertot, J. (2018): Agile government: Systematic literature review and future research. In: *Government Information Quarterly* 35(2), S. 291–298.

Metcalfe, J. S.; Georghiou, L. (1997): Equilibrium and evolutionary foundations of technology policy. Centre for Research on Innovation and Competition, University of Manchester.

Nuottila, J.; Aaltonen, K.; Kujala, J. (2016): Challenges of adopting agile methods in a public organization. In: *International Journal of Information Systems and Project Management* 4(3), S. 65–85.

OECD (2015): Achieving Public Sector Agility at Times of Fiscal Consolidation. OECD Publishing, Paris.

Olsson, P.; Gunderson, L. H.; Carpenter, S. R.; Ryan, P.; Lebel, L.; Folke, C.; Holling, C. S. (2006): Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. In: *Ecology and society* 11(1).

O'Reilly, C. A.; Tushman, M. L. (2013): Organizational ambidexterity: Past, present, and future. In: *Academy of management Perspectives* 27(4), S. 324–338.

Sabel, C.; Zeitlin, J. (2010): Experimentalist Governance in the European Union: Towards a New Architecture. University Press, Oxford.

Schartinger, D.; Weber, M.; Brodnik, C.; Biegelbauer, P. (2021): Agility in R&I Policy – how much is too much? Paper for the EU-SPRI 2021 Conference, Oslo.

Schot, J.; Steinmueller, W. E. (2018): Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. In: *Research Policy* 47(9), S. 1554–1567.

Som, O.; Jaeger, A.; Dreher, C.; Eppinger, E.; Kovac, M.; Schwäbe, C. (2017): Entwicklungsperspektiven des industriellen Mittelstandes. Veränderte Innovationsmuster für neue Herausforderungen deutscher KMU. Berlin.

Schwäbe, C. (2021): Demand-sided innovation policy in the German energy transition: How agile was the governance of green power diffusion? Paper for the EU-SPRI 2021 Conference, Oslo.

Schwäbe, C.; Dachs, B.; Dreher, C.; Pulenkova, E. (2021): COVID-19 as societal challenge: How agile was the German mission-oriented innovation policy? Paper for the EU-SPRI 2021 Conference, Oslo.

Smits, R.; Kuhlmann, S. (2004): The rise of systemic instruments in innovation policy. In: *International journal of foresight and innovation policy* 1(1-2), S. 4–32.

Teece, D. J.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997): Dynamic capabilities and strategic management. In: *Strategic management journal* 18(7), S. 509–533.

Verganti, R.; Tataj, D.; Manceau, D.; Kolar, J.; Bonaccorsi, A.; Debackere, K.; Dreher, C.; Edler, J.; Som, O.; Weber, M. (2018): The academic underpinnings of the European Innovation Council. Summary and recommendations of the RISE subgroup on EIC. European Commission, Brussels.

Voss, J. P.; Bauknecht, D.; Kemp, R. (2006): Reflexive Governance for Sustainable Development. Elgar, Cheltham.

Weber, K. M.; Dreher, C.; Biegelbauer, P.; Brodnik, C.; Dachs, B.; Kovac, M.; Pulenkova, E.; Schartinger, D.; Schwäbe, C. (2021): Agilität in der F&I-Politik: Konzept, Definition, Operationalisierung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 8–2021. Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).

Weber, K. M.; Rohracher, H. (2012): Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ›failures‹ framework. In: *Research Policy* 41(6), S. 1037–1047.

Wittmann, F.; Hufnagl, M.; Lindner, R.; Roth, F.; Edler, J. (2020): Developing a Typology for Mission-Oriented Innovation Policies. Fraunhofer ISI Discussion Paper Nr. 64, Karlsruhe.

Bürgerbeteiligung und Citizen Science als Innovationsmotoren?

Hans-Liudger Dienel

1. Überblick

Zur Transformation der Innovationssysteme, denen sich der Sammelband insgesamt widmet, gehören auch die gewachsenen Erwartungen an Bürgerbeteiligung und Citizen Science als Innovationsförderer. Die Bürgerbeteiligung ist inzwischen ein integraler Bestandteil des Innovationssystems, und zwar sowohl bei der Entwicklung von Innovationen als auch der Beteiligung an Innovationsstrategien und der Innovationspolitik sowie drittens der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Implementierung von Innovationen. In allen drei Themenfeldern ist die bürgerschaftliche Mitwirkung ein Thema, was auf die insgesamt gestiegene Bedeutung des Innovationssystems für die Gesellschaft und zugleich auf den Wandel der Bürgerbeteiligung und ihrer Methoden zurückzuführen ist. Dieser Beitrag beschreibt den Wandel dieser Erwartungshaltung an Bürgerbeteiligung und Citizen Science in den letzten Jahren und die sich daraus ergebenden Chancen für die Stärkung des Innovationssystems durch Bürgerbeteiligung. Eine besondere Rolle spielen hier einerseits die Beschleunigung und Verzögerung von Innovationsprozessen durch Bürgerbeteiligung und Citizen Science und andererseits der geforderte transdisziplinäre, problemgetriebene Praxisbezug von Innovationsprozessen. Während Bürgerbeteiligung und Citizen Science für Letzteres oft als Königsweg bezeichnet oder auch inszeniert werden, haben sie es für das Thema Beschleunigung in der Debatte schwer: Bürgerbeteiligung und Citizen Science gelten oft als Verzögerer von Innovationsprozessen, als »technology arrestment« statt »technology assessment«. Zwar haben die Protagonist*innen der Bürgerbeteiligung oft mit dem Gewinn an Konsens und der Befriedung von Konflikten durch Bürgerbeteiligung argumentiert, haben dies aber in der Regel nicht quantifizierbar nachweisen können. Erst in den letzten Jahren sind einige Beiträge erschienen, welche sich auf die Steigerung der Entscheidungsgeschwindigkeit durch Bürgerbeteiligung konzentriert und dies auch quantitativ untersucht haben (Geissel 2020; Spada 2020). Die Aktualität des Themas wird dadurch deutlich, dass die Wissenschaftsplattform Kli-

maschutz (WPKS) im September 2022 eine Studie[1] zu Be- und Entschleunigungseffekten von Bürgerbeteiligungsverfahren zum Klimaschutz beim Berliner nexus Institut in Auftrag gegeben hat.

Vor allem die in den 1970er Jahren rechtlich kodifizierte Stakeholder-Beteiligung hat viele Innovationsprozesse verlangsamt und wurde daher oft als Innovationsbremse wahrgenommen (Devine-Wright 2009). Demgegenüber kann die seit der Jahrtausendwende wachsende frühzeitige, gestaltende Öffentlichkeitsbeteiligung einen Beitrag leisten, um Innovationen zu initiieren, zu befördern oder zu beschleunigen. Dieser Beitrag widmet sich dieser neuen Generation der Bürgerbeteiligung und Citizen Science und richtet seinen Blick dabei einerseits auf die zunehmende transdisziplinäre Beteiligung von Bürger*innen im Forschungsprozess selbst, also auf Citizen Science, und auf die konstruktive Begleitung von Innovationen sowie andererseits auf Industrie- und Infrastrukturvorhaben durch die deliberative Beteiligung von im Zufall ausgewählten Bürgergutacher*innen, also auf sogenannte »Mini Publics«, etwa auf Bürgerräte.

Das Zusammenwirken von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit durchläuft seit mehreren Jahrzehnten einen tiefgreifenden Wandel, wobei in vielen gesellschaftlichen Bereichen eine engere Einbeziehung der Öffentlichkeit in die Entscheidungs- und Problemlösungsprozesse von Wissenschaft und Politik beobachtet werden kann. Ein Format, welches hierbei in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat, wird als Citizen Science oder Bürgerwissenschaft bezeichnet. Dieser Beitrag sieht Citizen Science als eine Form der Bürgerbeteiligung im Innovationssystem. Citizen Science wird allgemein als die Zusammenarbeit zwischen Bürger*innen und wissenschaftlichen Einrichtungen verstanden, mit der die Öffentlichkeit enger in die Wissenschaft einbezogen werden kann. Dabei lassen sich vier Formate typologisch unterscheiden (Vohland 2021): Der Typ »Co-Design« bezieht Bürger*innen von Beginn an in den Forschungsprozess ein. Oft gehen die Impulse sogar von der Bürgerschaft aus. Der zweite Typ »Co-Produktion« entspricht den bislang am häufigsten vorkommenden Citizen-Science-Aktivitäten. Ein dritter Typ ist die »virtuelle Beteiligung«, durch den große, häufig auch virtuelle Datenmengen über Crowdsourcing-Ansätze gewonnen werden. Der vierte Typ fokussiert auf die autonome Forschung von Bürger*innen oder Interessengruppen oder Vereinen, die ohne besondere wissenschaftsinstitutionelle Anbindung forschen[2] (GEWISS 2016).

Neben dem Beitrag von Citizen Science zum Innovationssystem geht es in diesem Beitrag vor allem um die neueren Ansätze deliberativer Bürgerbeteiligungsverfahren, die unter dem Begriff »Mini Publics« zusammengefasst werden. Das

1 https://www.wissenschaftsplattform-klimaschutz.de/
2 https://www.buergerschaffenwissen.de

bekannteste dieser Verfahren ist der Bürgerrat mit durch Zufall ausgewählte Bürger*innen, die ein ergebnisoffenes Bürgergutachten zu einer vorgegebenen Fragestellung erarbeiten und öffentlichkeitswirksam vorlegen. Auch das BMBF hat 2021 einen solchen Forschungsbürgerrat beauftragt, dessen Ergebnisse kürzlich vorgelegt wurden. An diesem Beispiel und dem Beispiel der Klimabürgerräte schätzt der vorliegende Beitrag das Innovationspotenzial von Bürgerräten ab.

Der Artikel beginnt mit einem Rückblick auf die Effekte des grundlegenden Wandels der Bürgerbeteiligung von der Stakeholderbeteiligung gegenüber fertigen Plänen, wie sie etwa in der Bauleitplanung in den 1970er Jahren rechtlich verankert wurde, hin zur frühzeitigen, gestaltenden Bürgerbeteiligung, die seit der Jahrtausendwende zuerst freiwillig und zunehmend rechtlich verbindlich durchgeführt wird. Durch diese »deliberative Wende« setzt Bürgerbeteiligung heute deutlich früher ein, oft noch bevor fertige Ideen, Pläne oder Modelle auf dem Tisch liegen. Daraus ergeben sich für die Bürgerbeteiligung ganz andere, neue Chancen, konstruktiv am Innovationsgeschehen mitzuwirken.

Nach diesem diachronischen Rückblick schauen wir in einem zweiten Teil auf zwei konkrete Beispiele für die bürgerschaftliche Mitwirkung im Innovationssystem, und zwar zuerst auf den kürzlich vom BMBF initiierten nationalen Forschungsbürgerrat, der per Zufall ausgewählte Bürgergutachter*innen gebeten hatte, Empfehlungen für die zukünftige Rolle der Bürgerbeteiligung in der Forschung und der Forschungspolitik zu erarbeiten. Die 50 Bürgergutachter*innen haben am 19. Mai 2022 ihre 25 konkreten Empfehlungen an das BMBF übergeben. Ein zweites Beispiel ist die konkrete Mitwirkung von Bürger*innen in einem exemplarisch ausgewählten, BMBF-geförderten Innovationsvorhaben, und zwar dem Projekt VI-Screen.[3] Ein abschließender dritter Teil entwickelt Forderungen an die zukünftige Rolle von Bürgerbeteiligung und Citizen Science als Innovationsmotoren.

2. Rückblick: Von der Stakeholder-Beteiligung zur frühzeitig gestaltenden Bürgerbeteiligung

In den 1970er Jahren wurde die Bürgerbeteiligung als Anliegerbeteiligung rechtlich kodifiziert. Der Schwerpunkt lag damals nicht in der Forschung und Innovation, sondern der Bauleitplanung, die damals um Verfahren der Anliegeranhörung und -beteiligung erweitert wurde. In den 1980er Jahren folgte mit der Möglichkeit der Verbandsklage eine weitere Stärkung der Widerspruchsrechte gegenüber Pla-

3 https://www.arte.tu-berlin.de/menue/forschung/projekte/vi_screen/

nungen, sodass sich Planungsprozesse heute häufig mit einer starken, meist oppositionellen Stakeholderbeteiligung auseinandersetzen müssen (Ziekow 2011; Selle 2020). Die gilt natürlich auch für gesellschaftlich wünschenswerte Innovationen, wie etwa das Wachstum der nachhaltigen Energieerzeugung (Radtke 2019). Wir zählen in Deutschland derzeit über 1.000 Bürgerinitiativen gegen den weiteren Ausbau der Windenergie. Manche der Bürgerinitiativen gegen Windenergie haben dabei kaum eine lokale Bodenhaftung, sondern sind durch Bundesnetzwerke gestützt oder sogar gesteuert.[4] Einen Überblick gibt die Website windwahn.de mit einer interaktiven »Karte des Widerstands«, die 2022 über 1.120 Bürgerinitiativen gegen Windenergieprojekte in Deutschland geocodiert auflistet.[5] Viele dieser Initiativen sind in dem überregionalen Dachverband »Vernunftkraft« vertreten, der ebenfalls eine geocodierte Karte anbietet, auf der zu sehen ist, wo es in Deutschland organisierten Widerstand gegen Windkraft gibt (www.vernunftkraft.de) (Eichenauer 2018: 633–651). Die Koordination dieser bürgerschaftlichen Initiativen wurde von Energieunternehmen finanziell gefördert.

Natürlich war in den 1970er Jahren die Verhinderung technokratischer Planungsvorhaben und technoenthusiastischer Innovationen ein berechtigtes Ziel und eine wichtige Funktion der neu entwickelten und rechtlich kodifizierten Beteiligungswerkzeuge. Doch im Laufe der Jahre und Jahrzehnte wuchs das Bewusstsein, dass wir zu gute »Verteidigungswaffen« im Planungsprozess haben und keine ausreichenden »Angriffswaffen« und daher in unserem Innovationssystem in einem Stellungskrieg verharren, um einen militärischen Vergleich zu bemühen. Durch die bürgerschaftlichen Widerspruchsrechte sind viele Planungsprozesse schwerfällig, langsam und auch wenig lernfähig. Dies führt im unerwünschten Nebeneffekt zu einer Verholzung und Verhinderung von Innovationen und Innovationsprozessen. Manche Bauvorhaben müssen trotz neuen Erkenntnissen und Ideen an veralteten Plänen festhalten, weil diese bestimmte Hürden im Planungsverfahren bereits genommen haben und verbesserte Planungen die Vorhaben um Jahre zurückwerfen würden. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern auch für viele andere Regionen. Brasilien etwa war in den 1980er und 1990er Jahren das »Powerhouse« partizipativer Prozesse in Lateinamerika mit weltweiter Ausstrahlung, etwa bei den Bürgerhaushalten (den besten Überblick zu den partizipativen Projekten Brasiliens gibt die interaktive Webseite www.latinno.net). Der Niedergang dieser überwiegend Stakeholder-basierten Beteiligungsverfahren setzte in Brasilien schon deutlich vor der Wahl Bolsonaros zum Präsidenten ein, weil manche Beteiligungsprozesse den verhindernden Partikularinteressen kleiner Gruppen zu viel Raum gaben und der gesellschaftliche Unmut gegenüber

4 https://www.greenpeace.de/publikationen/gegner_der_windkraft.pdf
5 https://www.windwahn.com/karte-der-buergerinitiativen/

den partizipativen Prozessen wuchs. Hinzu kam der Vorwurf, dass partizipative Verfahren die als Problem wahrgenommene Polarisierung der Gesellschaft in wichtigen Entscheidungen nicht überwinden, sondern sogar noch steigern (Dryzek 2019).

Kurz: Die Stakeholder-basierte Bürgerbeteiligung hatte unfreiwillig ein Imageproblem als Verzögerer und Verhinderer von Innovationsprozessen. Die Innovationsforschung kennt ähnliche Widerstände gegenüber dem *technology assessment*, das als *technology arrestment* erlebt und diskreditiert wurde. Auch die Bürgerbeteiligung wurde im Innovationssystem oft nur als notwendiges Übel betrachtet, nur rhetorisch gefordert, aber praktisch oft an den Rand gedrängt. Natürlich gibt es wunderbare Gegenbeispiele gelungener Stakeholder-Beteiligungsprozesse, etwa das Dialogforum bei der Planung und dem Bau der Startbahn 4 am Frankfurter Flughafen (Gohl 2012). Patrick Devine-Wright hat an vielen Beispielen gezeigt, wie Stakeholder-Beteiligung im Energiebereich, etwa über finanzielle Mitbeteiligung (Community-Energy), gelingen kann (Devine-Wright 2020). Doch die allgemeine Tendenz ging in die andere Richtung. Dies hat sich erst mit der deliberativen Wende und der Wiederentdeckung der zufallsbasierten Beteiligungsverfahren, die freilich mit den Planungszellen und *citizens' juries* auch eine Vorgeschichte seit den 1970er Jahren haben, grundsätzlich geändert. Sie gab der Bürgerbeteiligung eine neue Aufgabe, Identität und Wachstumschancen im Innovationsprozess. Die deliberativen Verfahren haben Qualität und Standards der Bürgerbeteiligung deutlich erhöht (Fishkin 2018; Bächtiger 2018). Zu den Kriterien für gute Bürgerbeteiligung gehören heute Inklusivität, Transparenz, Zeit für die Meinungsbildung, Verbindlichkeit bei der Nutzung der Empfehlungen bzw. Ergebnisse (Dienel 2014). Die Erwartungshaltung an Beteiligungsprozesse hat sich, so Gundula Hübner 2020 im Rückblick, gewandelt. Scheinbeteiligungen verstärken sogar die Enttäuschung und den Widerstand (Hübner 2020). Aber nicht nur die Erwartungshaltung an Beteiligung, sondern auch die Professionalität von Beteiligungsprozessen gehen kontinuierlich nach oben. Scheinbar dialogorientierte Verfahren, die oft kaum mehr als eine werbliche Kommunikation darstellen, gehen relativ gesehen zurück (Leschinger 2022).

Ein bedeutender Schritt auf dem Weg zur rechtlichen Normung dieses neuen Typs der Bürgerbeteiligung in Deutschland war die Erarbeitung der VDI-Richtlinie 7000, die 2016 unter dem Titel »Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung bei Industrie- und Infrastrukturprojekten« veröffentlicht wurde und seither einen auch einklagbaren State-of-the-Art für die frühzeitige Bürgerbeteiligung bei der Planung von großen Industrie- und Infrastrukturprojekten darstellt. Dieser Beitrag zur Normung und Standardisierung der gestaltenden Bürgerbeteiligung war ein wichtiger Baustein auf dem Weg hin zu einem innovationsförderlichen Verständnis von Bürgerbeteiligung auch im größten europäischen Ingenieurverein (Brennecke 2016).

Die gesellschaftliche Transformation hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft etwa im Bereich der Energie- und Mobilitätswende erfordert viele technische und gesellschaftliche Paradigmenwechsel und damit schwierige, meist konfliktbehaftete Entscheidungen. Viele dieser Entscheidungen zum nachhaltigen Umbau der Industriegesellschaft wurden deshalb in den parlamentarischen Demokratien in den vergangenen Jahrzehnten gern wieder und wieder vertagt, weil in der parlamentarischen Demokratie Mehrheiten in summativen Wahlen gebraucht werden, die oben genannten umstrittenen Entscheidungen aber Minderheiten frustrieren können. Die Vertagung löst den Konflikt zwar nicht, aber verschiebt ihn immerhin, im Zweifelsfall in die nächste Legislaturperiode. Mit den zufallsbasierten Bürgerräten gibt es aber nun ein akzeptiertes Beteiligungsinstrument, um breit akzeptierte Voten für konfliktbehaftete strategische Fragen zu erhalten, an denen sich Politik und Verwaltung anlehnen können, und damit als Innovationsmotor zu wirken.

3. Beispiel 1: Der strategische Bürgerrat Forschung des BMBF

Das Beteiligungsverfahren Bürgerrat arbeitet mit der Überantwortung einer konkreten Aufgabenstellung an per Zufall ausgewählte Bürgergutachter*innen, ihrer bezahlten Freistellung für eine kurze Arbeits- bzw. Meinungsbildungsphase, also der radikalen Befristung der Rolle als Bürgergutachter*in, einer öffentlichkeitswirksamen Übergabe der Empfehlungen an den Auftraggeber und einer verbindlichen Erklärung zur Nutzung der Empfehlungen des Bürgerrats durch den Auftraggeber, oft ein Ministerium, ein Parlament oder eine kommunale Gebietskörperschaft.

Vor allem seit dem ersten nationalen Bürgerrat in Irland im Jahre 2016, der die viele Jahrzehnte lang vertagten, weil konfliktbehafteten, gesellschaftspolitischen Fragen zur gleichgeschlechtlichen Ehe, zum Abtreibungs- und Scheidungsrecht einer breit akzeptierten Lösung und kollektiv bindenden Entscheidung zuführte, hat in ganz Europa das öffentliche Interesse und Bewusstsein für das Innovationsfreisetzungs- und Problemlösungspotenzial der deliberativen Bürgerbeteiligung durch konkrete, kollektiv bindende Empfehlungen in konfliktbehafteten Problemlagen wachsen lassen (Farell 2019; Cahillane 2020).

In der Folge wurden in vielen europäischen Ländern Bürgerräte für die Erarbeitung konkreter Empfehlungen zur Lösung konfliktbehafteter Probleme eingesetzt. Besonders bekannt sind die nationalen Klimabürgerräte geworden, die seit 2018 in mehr als einem Dutzend europäischer Staaten durchgeführt wurden, ergänzt durch lokale, regionale oder auch supranationale Klimabürgerräte, welche sich für Parlamente, Ministerien oder auch die lokalen demokratischen Entschei-

dungsträger als eine pragmatische Hilfestellung für eine konsequente Klimapolitik erwiesen haben, von der in vielen umstrittenen Fragen Entscheidungen erwartet werden. Soll es, um ein Beispiel zu geben, weiterhin garantierte Einspeisetarife für erneuerbare Energien geben? Wie hoch sollen diese sein? Diese Fragen wurden in Deutschland, nachdem ambitionierte Einspeisetarife zu einem starken Anstieg der Erzeugung erneuerbarer Energien geführt hatten und die Strompreise und die Haushalte von Energieversorgern belasteten, zu einem Problem, welches politisch durch eine deutliche Absenkung der garantierten Tarife und zunehmende Beschränkung des Wachstums der erneuerbaren Energien gelöst wurde; eine Lösung im Sinne einer Problemverschiebung und -vertagung (Radtke 2019). Die Klimabürgerräte kommen hier zu anderen, mutigen Empfehlungen, auf die sich Parlament und Verwaltung stützen können. Der mehrjährige Stillstand in der deutschen Klimapolitik ist nicht zuletzt durch zahlreiche Klimabürgerräte überwunden worden (Renn 2022).

Den besten Überblick auf europäischer Ebene vermittelt das Netzwerk europäischer Klimabürgerräte KNOCA[6] (Dienel 2020). Der nationale Klimabürgerrat in Deutschland hat im Juni 2021 seine Empfehlungen übergeben. Ein Jahr später berichtete am 28. Juni 2022 der für die Klimapolitik zuständige Staatssekretär Patrick Graichen den Teilnehmer*innen des Klima-Bürgerrats über die bisherige Umsetzung der Empfehlungen (www.buergerrat-klima.de). Diese »Berichtspflicht« als integraler Bestandteil des Beteiligungsverfahrens Bürgerrat gibt den Empfehlungen auch ohne Umsetzungsverpflichtung eine nicht zu unterschätzende Umsetzungswahrscheinlichkeit. Insbesondere im Bereich nachhaltiger Innovationen sieht der frühere Direktor des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie und jetzige Oberbürgermeister der Stadt Wuppertal, Uwe Schneidewind, eine zentrale Rolle der deliberativen Demokratie (Schneidewind 2022).

Auch das Bundesforschungsministerium hat sich bereits seit dem Jahr 2016 mit einem Grundsatzpapier zur Partizipation zu einer qualitätsvollen Bürgerbeteiligung sowohl in der strategischen Forschungspolitik als auch in der Forschung selbst bekannt.[7] Der Forschungsbürgerrat ist Teil der Erarbeitung einer Strategie, wie das BMBF Partizipation im Bereich Forschung umsetzen kann.

Zwischen November 2021 und März 2022 ließ das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) daher den Bürgerrat Forschung durchführen. Ziel des Bürgerrates Forschung war es, Empfehlungen zu erarbeiten, wie künftige Beteiligungsprozesse im Bereich Forschung für und mit Bürger*innen attraktiver gestaltet werden können. Der Bürgerrat Forschung ist eingebettet in den Prozess zur

6 https://knoca.eu/

7 https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/bmbf_grundsatzpapier_partizipation_barrierefrei.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Erarbeitung einer breiteren Partizipationsstrategie Forschung des BMBF. Inhaltlicher Ausgangspunkt des Bürgerrates Forschung war dabei das im September 2021 veröffentlichte Grünbuch Partizipation.[8] Das Grünbuch wurde, basierend auf einer Online-Konsultation von Partizipationsexpert*innen und den bisherigen Beteiligungserfahrungen, im BMBF erstellt. Es stellt einen Arbeitsstand zum Thema dar und gibt einen Überblick über Herausforderungen und Potenziale von Bürgerbeteiligung im Bereich Forschung. Auf Basis dieser Diskussionsgrundlage soll eine Partizipationsstrategie als Weißbuch mit konkreten Handlungsempfehlungen erarbeitet werden. Dabei geht es nicht nur um einen vermehrten Einsatz von partizipativen Formaten, sondern auch um die Verbesserung der Qualität von Partizipation sowie die Förderung einer Beteiligungskultur. Für den Bürgerrat waren rund 50 zufällig ausgewählte Bürger*innen aus ganz Deutschland eingeladen, an konkreten und praxisnahen Handlungsempfehlungen für Politik und Wissenschaft zu arbeiten. Diese wurden im vorliegenden Bürgergutachten zusammengefasst und dem BMBF im Rahmen des »Wissenschaftsjahr – Nachgefragt!« im Mai 2022 übergeben und der Öffentlichkeit vorgestellt (nexus Institut, 2022).

In sechs digitalen Sitzungen und einer dreitägigen, hybriden Abschlusssitzung in Berlin berieten die Bürger*innen, wie aus ihrer Perspektive Bürgerbeteiligung in der Forschungspolitik und in der Forschung gestaltet werden sollte. Nach einem Kennenlerntreffen und zwei inhaltlich vorbereitenden Sitzungen entwarfen die Bürger*innen konkrete Handlungsempfehlungen in drei Handlungsfeldern:

- Im Bereich *Verankerung* wurden strukturelle Maßnahmen und Rahmenbedingungen für gelungene Beteiligung in der Forschungspolitik und Forschung thematisiert.
- Im zweiten Handlungsfeld besprachen die Teilnehmenden die notwendige individuelle *Unterstützung* und zielgruppenspezifische Bedarfe, um an Bürgerbeteiligung interessierte Personen aus Gesellschaft, Wissenschaft und Politik im Bereich Forschung zu nachhaltigen und wirkungsvollen Partizipationsformaten in der Forschungspolitik und in der Forschung zu befähigen.
- Im dritten Handlungsfeld *Einfluss und Rechte* wurden die Wirkmächtigkeit von Bürger*innen in Beteiligungsprozessen in der Forschungspolitik und in der Wissenschaft sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen von Partizipationsformaten diskutiert.

8 Grundlage der Diskussionen war das im September 2021 vom BMBF veröffentlichte »Grünbuch. Partizipation im Bereich der Forschung«, https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2021/gruenbuch-partizipation.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Stakeholder-Einbindung und Meinungsbildung im Bürgerrat

Unterstützt durch Input von Expert*innen in jeder Sitzung und durch eine professionelle Moderation, arbeiteten die Bürger*innen sowohl im Plenum als auch in Kleingruppen von acht bis neun Teilnehmenden.[9] Im Verlauf des Bürgerrates befassten sich die Teilnehmenden nicht nur mit den oben genannten Handlungsfeldern, sondern immer wieder auch mit übergeordneten Prinzipien für Bürgerbeteiligung in der Forschungspolitik und in der Forschung.

Die Meinungsbildung in Bürgerräten entwickelt sich im Austausch unterschiedlicher Sichtweisen, Erfahrungen und Argumente der Teilnehmenden, bis Lösungen erreicht sind, die von einer deutlichen Mehrheit getragen werden und gegen die sich kein entschiedener Widerstand erhebt.

Damit sich wirklich alle aktiv in diesen Prozess einbringen können, sind Kleingruppen das Herzstück einer jeden Bürgerratssitzung. Im Bürgerrat Forschung diskutierten die Teilnehmenden in immer wieder neu zusammengesetzten Gruppen von acht bis neun Teilnehmenden. Sie wurden unterstützt durch eine professionelle Moderation, die darauf achtete, dass alle zu Wort kamen, das Gespräch respektvoll und wertschätzend geführt wurde sowie Fragestellungen und der verfügbare Zeitrahmen im Blick blieben. Um die Ergebnisse der Kleingruppen zusammenzuführen und sprachlich zu überarbeiten, wurden Redaktionsteams von jeweils drei bis vier Teilnehmenden gebildet. Diese schon in den Planungszellen der 1980er Jahre entwickelte Struktur führt tatsächlich, wie Sprechzeitenvergleiche zeigen, zu einer inklusiven Gleichverteilung der Beiträge. Bei Kleingruppen von fünf Personen kann sogar auf die professionelle Moderation verzichtet werden: Die Moderation wird in der Kleingruppe verteilt.

Die Formulierungsvorschläge der Bürger*innen-Redaktionsgruppen sowie das im Vorfeld der letzten Sitzung übermittelte konstruktive Feedback des BMBF dazu wurden auf der hybriden Abschlusssitzung diskutiert und die Kleingruppen-Ergebnisse anschließend wiederum von Redaktionsgruppen zusammengeführt. Vor der Abstimmung im Plenum konnten bei Bedarf noch letzte sprachliche Anpassungen vorgenommen werden.

Am Ende des Bürgerrates wurden auf diese Weise 25 Empfehlungen zur Abstimmung gestellt. Sie sind das Ergebnis eines langen iterativen Prozesses. Die Vorschläge haben sich im Verlauf des Bürgerrates durch die wachsende Informationsbasis und die fortwährenden Diskussionen der Teilnehmenden weiterentwickelt und haben an Prägnanz gewonnen. Sie werden im Folgenden im Einzelnen vorgestellt, um daran exemplarisch ein Problem von Bürgerräten im Innovations-

9 Alle Expert*innen-Inputs sind auf der Seite des BMBF einsehbar: https://www.bmbf.de/buergerrat-forschung

prozess zu skizzieren. Für den Impact von Bürgerräten ist es nämlich von entscheidender Bedeutung, dass die Vielzahl von Einzelempfehlungen am Ende zu einer oder wenigen Hauptempfehlungen gebündelt werden. Ansonsten hat der Auftraggeber die Möglichkeit, sich aus dem Blumenstrauß der Empfehlungen zu bedienen und damit eine Umsetzung gleichsam vorzutäuschen. Die über 150 Empfehlungen des französischen Klimabürgerrats im Jahr 2021 sind ein Beispiel dafür, wie ein spektakulär gestarteter Bürgerrat durch »zu viele« Empfehlungen an Wirkung eingebüßt hat.

Zentrale Ergebnisse und Wirkungen: die Empfehlungen des Bürgerrates Forschung

Im Bürgerrat Forschung liegen die Dinge dagegen anders. Hier gab es nicht die eine oder wenige umstrittene Fragen, die im Mittelpunkt der deliberativen Debatte standen, sondern eine breite Debatte über die Zukunft der bürgerschaftlichen Mitwirkung an Forschung und Innovation in Deutschland auf drei Ebenen: der institutionellen Verankerung der Bürgerbeteiligung in Forschung und Innovation, der Finanzierung dieser Mitwirkung und der Sicherstellung des Gehörtwerdens bzw. der Umsetzung der bürgerschaftlichen Empfehlungen. Durch diese breite Aufgabenstellung war eine längere Liste von Empfehlungen unvermeidbar bzw. sogar gewünscht. Sie wird daher in den Textboxen auch praktisch ungekürzt wiedergegeben und spiegelt die bürgerschaftlichen Forderungen an eine neue Forschungs- und Innovationspolitik in Deutschland in ihrer ganzen Breite.

Empfehlungen des Bürgerrates Forschung zur institutionellen Verankerung der Bürgerbeteiligung in der Forschung

(1) Wir empfehlen eine beratende zentrale Stelle, die beim BMBF liegen könnte, die ein Netzwerk und eine Plattform für Bürgerbeteiligungsvorhaben in Wissenschaft und Forschung aufbaut und fördert. Um die Wahrnehmbarkeit zu erhöhen, sind Ressourcen in geeignetem Umfang bereitzustellen. Die Plattform soll dazu dienen, dass Bürger:innen und Forschende sich auf Wunsch vernetzen, kommunizieren und sich informieren können. Dazu soll eine entsprechende Datenbank aufgebaut werden, in der Bürger:innen ihre Profile und Wissenschaftler:innen ihre Profile und Projekte auf freiwilliger Basis hinterlegen können. Dabei ist auf Datenschutz und -sicherheit im Rahmen der geltenden gesetzlichen Bestimmungen ein besonderes Augenmerk zu richten. Es ist ausdrücklich nicht vorgesehen, dass

die Teilnahme an Bürgerbeteiligungsverfahren an eine Registrierung auf der Plattform gekoppelt ist. (Zustimmungsquote 96 %)

(2) Wir empfehlen ein Gremium aus Politik, Wissenschaft und Bürger:innen, um bedarfsorientiert die Agenda im Bereich der angewandten Forschung festzulegen. Ziel ist eine stärkere mitwirkende Rolle der Bürger:innen im Bereich der Förderung angewandter Forschung. Es ist zu prüfen, ob dies durch ein neues Gremium oder die stärkere Einbindung von Bürger:innen in bestehenden Gremien wirkungsvoller umgesetzt werden kann. Zur Sicherung der Wissenschaftsfreiheit soll die Wissenschaft in jedem Fall die Mehrheit bilden. Die Bürger:innen können in diesem Gremium ihre Sicht der gesellschaftlichen Relevanz und des Gemeinwohls einbringen. (91 %)

(3) Wir empfehlen, Bürgerbeteiligung in der Forschung bedarfsorientiert durch finanzielle und personelle Unterstützung zu verankern. (96 %)

(4) Wir empfehlen, dass bei geeigneten Forschungsvorhaben ein zusätzliches Budget für die Wissenschaftskommunikation festgelegt wird. Diese sollte, um einen möglichst breiten Teil der Gesellschaft zu erreichen, bestimmten Merkmalen für gute Wissenschaftskommunikation entsprechen; hierzu zählt die Verwendung einer allgemein verständlichen Sprache. (91 %)

(5) Für die Bewilligung von Fördermitteln für Forschungsprojekte mit Bürgerbeteiligung sind in einem Leitfaden Parameter festzulegen, die Qualitätsmerkmale für eine Bürgerbeteiligung definieren, wie z.B. ein partizipativer Forschungsansatz und Kriterien für die Auswahl der Bürger:innen. Diese sollen bereits bei der Erstellung des Leitfadens einbezogen werden. (96 %)

(6) Um mittelfristig die Beziehung zwischen Bürger:innen und Forschenden zu stärken und so Beteiligungsverfahren zu erleichtern, empfehlen wir einen bundesweiten »Tag der Wissenschaft«/»Tag der Neugier« in Stadt und Land. Dieser sollte:
- umfassend beworben und mit bestehenden Veranstaltungen verzahnt werden;
- mit Beteiligung möglichst vieler Forschungsinstitutionen stattfinden;
- über Partizipationsprojekte in der Forschung informieren;
- unterschiedliche, auch dezentrale Formate umfassen. (96 %)

(7) Wir empfehlen, bestehende Angebote der Bürgerbeteiligung bekannter und sichtbarer zu machen, z. B. durch:

- Marketing/Öffentlichkeitsarbeit über verschiedene Medien,
- Informationen in Volkshochschulen und weiteren Bildungseinrichtungen,
- den Einsatz von Multiplikatoren, wie z.B. Gemeinderatsvertreter:innen und Vereine. (96 %)

(8) Wir empfehlen, dass in geeigneten Bereichen der angewandten Forschung Bürger:innen aufgrund ihrer Betroffenheit und/oder ihres Erfahrungswissens im Interesse der Allgemeinheit bei Förderverfahren für Forschungsprojekte einbezogen werden. Die Vergabe von Zuwendungen erfolgt dabei wissenschaftsgeleitet und qualitätsgesichert. Bei Bürgerbeteiligungsverfahren kann es sinnvoll sein, die Zufallsauswahl um die Auswahl von Bürger:innen mit bestimmtem Wissen und Erfahrungen zu ergänzen. (96 %)

(9) Wir empfehlen die institutionelle Förderung der Einrichtung von Planstellen für Partizipationsbeauftragte an großen Forschungsinstitutionen. (91 %)

(10) Wir empfehlen eine stärkere Verankerung von Beteiligung in Forschung und Forschungspolitik im ländlichen Raum.

Die Empfehlungen des Bürgerrates Forschung zur Unterstützung von Citizen Science

Die Empfehlungen im Handlungsfeld *Unterstützung* zielen darauf ab, interessierten Akteur*innen geeignete Hilfsangebote zu unterbreiten. Im Unterschied zum Handlungsfeld *Verankerung*, welches sich hauptsächlich auf Strukturen und Institutionen bezieht, richtet sich das Handlungsfeld *Unterstützung* also an individuelle Akteur*innen bzw. Akteursgruppen, zu denen neben Bürger*innen und Forschenden auch Verantwortliche in Politik, Verwaltung und im Wissenschaftsmanagement gehören. Als Unterstützung kommen Maßnahmen verschiedener Form in Betracht. Hierzu zählen die Bereitstellung einschlägiger Informationen in Form von Leitlinien und Leitfäden zum Aufbau einer Beteiligungskompetenz, aber auch finanzielle Unterstützung. Die zielgruppenspezifischen Angebote können sich dabei auf alle Phasen eines Bürgerbeteiligungsprozesses von der Konzeption über die

Umsetzung bis hin zur Ergebnisverwertung beziehen oder sogar schon bei der Ausbildung der Akteur*innen ansetzen.

Bei den Diskussionen an den Tischen und in den Redaktionssitzungen kamen der Veröffentlichung von Leitlinien für Bürgerbeteiligung und der ideellen wie auch finanziellen Wertschätzung große Bedeutung zu.

Die Empfehlungen des Bürgerrates Forschung im Handlungsfeld Unterstützung

(11) Wir empfehlen die Entwicklung und Veröffentlichung von Leitlinien für Bürgerbeteiligung in der Forschung. Diese sollen es Forschenden erleichtern, in allen Phasen des Forschungsprozesses die Qualität der Bürgerbeteiligung zu stärken und zu sichern. (96 %)

(12) Wir empfehlen, dass Methoden entwickelt werden, wie Partizipation stattfinden kann und Forschende ihre Forschungsergebnisse bürgernah kommunizieren können. Diese Methoden sollen Teil der Ausbildung von Forschenden sein, damit diese für Bürgerbeteiligung und deren Vorteile in der Forschung sensibilisiert werden. (98 %)

(13) Wir empfehlen eine angemessene Aufwandsentschädigung, um das Engagement der Bürger:innen wertzuschätzen. »Angemessen« bedeutet, dass es allen Interessierten finanziell möglich ist teilzunehmen. Deren Höhe sollte die Motivation für die Teilnahme jedoch nicht verzerren. Wünschenswert wäre eine Freistellung für die Teilnahme an Bürgerbeteiligungsverfahren. (100 %)

(14) Wir empfehlen, angemessene Anreize für Forschende zur Durchführung von Bürgerbeteiligungen zu schaffen. Das könnte z.B. durch feste personelle Unterstützung, einen Preis/ein Zertifikat/Gütesiegel, Erwähnung der Partizipation in Publikationen, Wertschätzung und Anerkennung erfolgen. (100 %)

(15) Wir empfehlen, kostenlose Informationsveranstaltungen für Bürger:innen zu Möglichkeiten zur Beteiligung an der Forschung in bestehenden Institutionen (wie z. B. Volkshochschulen und andere Bildungseinrichtungen) durchzuführen. (91 %)

(16) Wir empfehlen, dass die Attraktivität von Bürgerbeteiligung durch die Nutzung von Medien, auch digitalen Medien, unterstützt wird. (89 %)

(17) Damit Bürgerbeteiligung Forschungsarbeit nicht verringert, muss ein erhöhter Aufwand durch zusätzliche Ressourcen ausgeglichen werden. (89 %)

Die Empfehlungen des Bürgerrates Forschung zur Sicherung der Umsetzung der Ergebnisse

In diesem Handlungsfeld hat der Bürgerrat konkrete Forderungen formuliert, welchen Einfluss die Ergebnisse der Bürger*innen haben sollten sowie, wie die Rechte von Forscher*innen an ihren Ergebnissen geschützt werden können.

Die Empfehlungen des Bürgerrates Forschung im Handlungsfeld Einfluss und Rechte

(18) Wir empfehlen, bereits zu Beginn des Beteiligungsprozesses gemeinsame Ziele und Kriterien zu diskutieren und festzulegen, woran im Einzelnen eine erfolgreiche Beteiligung gemessen werden kann. Der Fokus liegt dabei auf frühzeitiger Beteiligung, Transparenz des Prozesses und der repräsentativen Auswahl der Beteiligten sowie auf der Evaluation durch die beteiligten Bürger:innen. (96 %)

(19) Wir empfehlen die feste Verankerung von Beteiligung in Forschung, Forschungspolitik und Gesellschaft. Die Ergebnisse der Bürgerbeteiligung sollen in politische und wissenschaftliche Prozesse eingebunden werden. Die Bürger:innen sollen als Alltagsexpert:innen angehört und ernst genommen werden. Die Ergebnisse der Bürgerbeteiligung müssen transparent in geeigneten Formaten (z. B. Fachtagungen) und Institutionen (in Ausschüssen, Parlamenten, entsprechenden Gremien und Räten) diskutiert werden. (89 %)

(20) Wir empfehlen als eine Form der Wertschätzung die namentliche Nennung der an der Partizipation beteiligten Bürger:innen auf Projektwebseiten und in Veröffentlichungen. Dazu bedarf es der Einwilligung der beteiligten Bürger:innen. (85 %)

(21) Wir empfehlen, die Bürger:innen über ihre Rechte im Rahmen eines Beteiligungsprozesses aufzuklären und zu beraten. Es sollte sichergestellt werden, dass Bürger:innen vor Rechtsverletzungen geschützt sind. Die rechtlichen Informationen sollen einfach und verständlich aufbereitet sein. (98 %)

(22) Wir empfehlen, dass die Teilnehmenden ein Recht auf weitere Informationen über den Verlauf des Forschungsprozesses und die Verwertung der Ergebnisse erhalten. Nach einem angemessenen Zeitraum werden Bürger:innen erneut kontaktiert oder sie können sich über eine Internet-Plattform über die Verwendung

der Ergebnisse informieren. Teilnehmende werden über Zwischenergebnisse informiert. Diese müssen nicht automatisch veröffentlicht werden. (83 %)

(23) Wir empfehlen, dass die Einhaltung des Urheber- und Patentrechts in Bezug auf das Forschungsergebnis gewährleistet wird. Dies kann unter anderem durch eine rechtliche Beratung sichergestellt werden. (83 %)

(24) Wir empfehlen, dass erarbeitete Daten des Beteiligungsprozesses öffentlich zugänglich sein sollten, sofern kein Widerspruch der Beteiligten vorliegt. Wenn möglich, sollten Forschungsergebnisse weitestgehend kostenlos und zusätzlich in allgemein verständlicher Sprache verfügbar sein und öffentlich weiterverwertet werden können. (83 %)

(25) Wir empfehlen, dass in Forschungsvorhaben, in denen eine repräsentative Auswahl der beteiligten Bürger:innen erforderlich ist, ein Losverfahren mit anschließender Quotierung nach Merkmalen angewendet wird. (91 %)

Zusammenfassende Bewertung

Der Bürgerrat hat mit großer Mehrheit nichts weniger als eine breite Demokratisierung der Forschung im Sinne von Citizen Science empfohlen. Er verspricht sich davon eine Modernisierung und Effizienzsteigerung des deutschen Forschungs- und Innovationssystems. Aus der Perspektive der Politikwissenschaft und des Innovationsmanagements wird dieser neue Lösungsbaustein nicht nur positiv bewertet. Man befürchtet eine weitere Verholzung des demokratischen Steuerungssystems, eine Entwertung der Expert*innen oder eine Delegitimierung des Parlaments (Decker 2021). Doch mehrheitlich werden Bürgerbeteiligung und Citizen Science im Forschungs- und Innovationssystem begrüßt, erhofft und erwartet. Aus der Sicht der Bürgerbeteiligungsforschung und Citizen-Science-Forschung stärkt die Integration der Bürgerbeteiligung und Citizen Science das deutsche Innovationssystem. Im Bereich der Demokratieforschung sind empfehlende Bürgerräte auf die Zusammenarbeit mit repräsentativer und direkter Demokratie angewiesen, sie stärken und beschleunigen das demokratische Steuerungssystem (Brettschneider 2022).

4. Beispiel 2: Bürgerbeteiligung in einem konkreten Innovationsprojekt – Das Verbundvorhaben VI-Screen

Das zweite Beispiel beschreibt die Beteiligung von per Zufall ausgewählten Bürger*innen und Mitarbeiter*innen an einem medizinischen Innovationsvorhaben. Die bürgerschaftliche Beteiligung in Innovationsprojekten kann die Aufgabe haben, die ethische Abschätzung der möglichen Folgen von Forschungs- und Innovationsprojekten auf Betroffene zu stärken. Es kann aber auch darum gehen, aus der bürgerschaftlichen Perspektive neue Ideen oder neue Anwendungen für neue Technologien zu entwickeln und damit nicht nur Innovationsprojekte zu ermöglichen, sondern sogar selbst inhaltlich mitzugestalten. Öffentlich geförderte Forschungs- und Innovationsprojekte haben immer häufiger partizipative Teilprojekte, welche die beiden oben genannten Aufgaben gemeinsam oder getrennt bearbeiten. In dem hier beispielhaft geschilderten Projekt geht es um beide Aspekte.

Das Beispiel kommt aus einem konkreten, laufenden Innovationsvorhaben im Bereich der Gesundheitsforschung. Es geht um das kontaktlose Screening von virusbedingten Atemwegserkrankungen beim Betreten großer Krankenhäuser. Hierbei handelt es sich um ein gesundheitspolitisch wichtiges, aber wegen Datenschutz- und Privacy-Fragen durchaus konfliktbehaftetes Thema.[10]

Die Auswirkungen der derzeitigen Covid-19-Pandemie auf Gesellschaft und Wirtschaft sind weltweit von historischem Ausmaß. Neben der intensiven Arbeit an Vakzinen und Antikörpertests stellt sich die Forschung mit einer Vielzahl von neuen Technologien der Pandemie entgegen. Konfliktbehaftete Entscheidungen zwischen den Alternativen eines »Lebens mit Überwachungstechnologien« oder einem weitgehenden »Shutdown« analoger Aktivitäten können Politik und Gesellschaft spalten, wie die Diskussion um die »Corona-Warn-App« des Bundes gezeigt hat. Gleichzeitig hat die Debatte zur Einführung einer breit akzeptierten App mit dezentralem Speicheransatz geführt. Sie ist damit durchaus Vorbild für den im Projekt VI-Screen vorgeschlagenen Weg einer partizipativ gestützten und begleiteten technologischen Innovation für eine gesellschaftlich getragene Überwachung zur Bewältigung der aktuellen Pandemie.

10 https://www.uni-saarland.de/aktuell/kontaktlose-messungen-sollen-kliniken-vor-dem-eintrag-von-atemwegs-viren-schuetzen-23951.html

Stakeholder-Einbindung und Meinungsbildung

Das Verbundvorhaben VI-Screen (Integrierte neurotechnologische Architektur zum kontaktlosen Screening von virusbedingten Atemwegserkrankungen) integriert verschiedene wissenschaftliche Disziplinen (Neurotechnologie, Computer Vision und künstliche Intelligenz, Virologie, Zahnmedizin, Pneumologie, Pädiatrie, Technikbewertung) und zielt darauf ab, erstmals eine integrierte neurotechnologische Architektur zum kontaktlosen Screening von virusbedingten Atemwegserkrankungen umfassend für den zivilen Schutz in der Krankenversorgung zu erforschen.[11] Dazu gehört integral auch ein partizipativer Ansatz, bei dem eine Zufallsauswahl von Krankenhausmitarbeiter*innen sowie Bürger*innen in Planungszellen in die Entwicklung des Monitoring-Systems einbezogen werden sollen. Die bürgerschaftlichen Empfehlungen sollen dann im Rahmen der technologischen Entwicklung im Hinblick auf deren Optimierung geprüft und, soweit möglich, berücksichtig werden. Die Ergebnisse werden damit unmittelbar im Projektverlauf genutzt, sie sind aber auch für vergleichbare andere Entwicklungsprozesse relevant.

Das Monitoring-System muss so entwickelt werden, dass es hohes Akzeptanzpotenzial bei den Anwender*innen, aber auch bei weiteren relevanten Zielgruppen hat, die für das Screening vorgesehen sind, das heißt Mitarbeiter*innen, Patient*innen und weiteren Gruppen, etwa Besuchende, Dienstleistende oder Zuliefernde. Die Sicherheitsbedarfe und die Sicherheitsbedürfnisse dieser Zielgruppen beziehen sich nicht nur auf das Funktionieren der Infrastrukturen, sondern auch auf die eigene Sicherheit im Datenschutz. Es geht um Vorbehalte und Befürchtungen, aber auch um daraus resultierende Anforderungen, die im gesellschaftlichen Diskurs über neue Technologien zum Beispiel in Bezug auf Transparenz, Information, Datenschutz, Sicherheit, Kontrolle und Mitwirkung artikuliert werden.

Betroffene und potenziell vom Monitoring-System betroffene Zielgruppen werden daher in die Bewertung des Monitoring-Systems partizipativ einbezogen. Dadurch soll erreicht werden, dass die verschiedenen Zielgruppen über das zu entwickelnde System nicht nur informiert werden und auf Basis dieser Information ihre Perspektiven und Empfehlungen in die Entwicklung einbringen können. Vielmehr sollen durch die partizipative Unterstützung Anforderungen, mögliche Vorbehalte und Befürchtungen sowie Lösungsvorschläge und Empfehlungen für einen praxisnahen Einsatz des Monitoring-Systems ermittelt und von den Anwender*innen für die weitere Entwicklung genutzt werden. Dafür wurde in zwei mehrtägigen Planungszellen im September 2021 ein Bürgergutachten erarbeitet. Die Teilnehmer*innen wurden in den beiden Zielgruppen per Zufall ausgewählt.

11 https://idw-online.de/de/news775099

Das Verfahren und die, unter Einhaltung aller schutzrechtlichen Anforderungen, vorgesehene Veröffentlichung der Ergebnisse soll eine möglichst konsensuale Entscheidung zur Einführung und Umsetzung der Screening-Methoden ermöglichen. Die Ergebnisse sollen im Forschungsvorhaben sodann auch auf andere Anwendungsfälle bezogen werden. Mit diesem Ziel leistet das Vorhaben einen Beitrag zur demokratischen Beteiligung und Mitwirkung an der Entwicklung einer grundlegend neuen Technologie.

Zentrale Ergebnisse und Wirkungen

Die zwei mehrtägigen Planungszellen fanden im September 2022 im Universitätsklinikum des Saarlandes statt. Die offizielle öffentliche Übergabe des Bürgergutachtens ist erst für Februar 2023 geplant. Schon jetzt stehen aber die zentralen Voten der Bürgergutachter*innen fest. Sie begrüßen mit großer Mehrheit die neue, kontaktlose und damit nicht-invasive Screeningtechnologie, insbesondere die Flexibilität und Lernfähigkeit des Systems zur Erkennung auch von neuen Viruserkrankungen. Zugleich werden hohe Anforderungen an den Datenschutz gestellt, insbesondere hinsichtlich der Gesichtserkennung. Die Bürgergutachter*innen fordern eine eigene Datenschutz-Kontrollinstanz für die Begleitung des Verfahrens, die aber so arbeiten soll, dass die neue Technologie im Krankenhaus gleichwohl umgesetzt werden kann. Gefordert werden zudem eine dauerhafte Beteiligung der Mitarbeiter*innen, regelmäßige Schulungen und der Ausschluss von Personalabbau. Dem Einsatz in der Schule oder gar in Freizeiteinrichtungen möchten die Bürgergutachter*innen aber einen Riegel vorschieben; hier sehen sie die Verhältnismäßigkeit zwischen dem Datenzugriff und dem Zeit- und Komfortgewinn nicht mehr gegeben. Kurz: Die Bürgergutachter*innen zeigen sich umsichtig, pragmatisch, lösungsorientiert und technologiefreundlich.

Zusammenfassende Bewertung

Deliberative Beteiligungsverfahren dieser Art wandern derzeit auf breiter Front in die Forschungsverbünde ein, werden zunehmend in Forschungsausschreibungen und -programmen gefordert und erweitern damit den Charakter, die Atmosphäre, den Satz der Fragestellungen und den Arbeitsstil der Forschung. Die Bedeutung von Anwendungsnähe und -tauglichkeit nimmt zu, wobei Anwendungsorientierung immer schnell in neue grundlegende Fragestellungen umschlägt und auf diese Weise die sogenannte Grundlagenforschung mit Aufgaben befeuert.

5. Bürgerbeteiligung als Citizen Science

Wir können diese Beispiele der Bürgerbeteiligung im Innovationssystem auch als Ausdruckformen von Citizen Science und bürgerschaftlicher Beteiligung in der transdisziplinären Forschung verstehen (Vohland 2021). Citizen Science und die transdisziplinäre Forschung zielen ja auf die gleichberechtigte Mitwirkung von Praxispartner*innen im Forschungsprozess (Lutz 2018). Diese eher strategische, empfehlungsorientierte Einbindung von Bürger*innen in den Innovationsprozess unterscheidet sich von der traditionellen Form der Citizen Science, nämlich dem »Einspannen« von Bürger*innen als Datensammler*innen, erheblich. Diese traditionelle Form, in bestimmten Bereichen der Zoologie, etwa der Vogelkunde, weit verbreitet, gerät ein wenig in die Defensive, weil sie den Bürger*innen keine wirklich gleichberechtigte Rolle im Forschungs- und Innovationsprozess anbietet. Sie ist aber nach wie vor weit verbreitet und in vielen Bereichen hoch sinnvoll.

Der Citizen-Science-Ansatz ist in den vergangenen Jahren insbesondere in der sozial-ökologischen Forschung gefordert und gefördert worden. Doch dort ist die gleichberechtigte Integration von Praxisperspektiven in den Forschungs- und Innovationsprozess trotz anderslautender Forderungen nur selten gelungen. Meist blieben die Bürger*innen doch nur die Befragten und Beforschten. Auch die Finanzströme innerhalb der sozial-ökologischen Forschung zeigen eine ganz ungleiche Mittelverteilung zwischen professionellen Forscher*innen und den Vertreter*innen der Citizen Science. Der relativ geringe Impact der sozial-ökologischen Forschung für sozio-technische Innovationen ist meiner Ansicht nach auch durch die zu geringe Mittelausstattung und Gleichberechtigung der bürgerschaftlichen Praxispartner und Citizen-Science-Ansätze in der Forschung begründet. Gleichberechtige Mitwirkung kostet nämlich Zeit und Geld. Wenn wir als Vergleichsgröße etwa die Mittelverteilung zwischen Forschungsverbünden und ihren Praxispartnern in den Programmen der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) zurate ziehen, werden die Unterschiede sehr deutlich. Die international nach wie vor in vielen Bereichen führende Position des deutschen Maschinenbaues etwa lässt sich auch auf die enge, vertrauensvolle und gleichberechtigte Kooperation von Unternehmen als Praxispartnern und Forschungsinstituten in den zahlreichen AiF-Programmen zurückführen. Eine vergleichbare Kooperationskultur und gleichberechtigte Mittelverteilung wäre auch den kooperierenden Citizen-Science-Forschungspartnern und in der sozial-ökologischen Forschung zu wünschen.

6. Ausblick

Wir haben auf die Entwicklung der Bürgerbeteiligung von der Beteiligung einzelner Zielgruppen in der sogenannten Stakeholder-Beteiligung der 1970er Jahre zur frühzeitigen, gestaltenden Bürgerbeteiligung nach der Jahrtausendwende geblickt und sind danach mehrere Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung als Innovationsmotoren abgeschritten. Dabei haben wir vor allem auf die deliberativen »Mini Publics« geblickt und sie mit der Debatte über Citizen Science verglichen.

Wir haben zwei Beispiele für die strategische Innovationsförderung durch im Zufall ausgewählte Bürger*innen ausführlicher vorgestellt. den Bürgerrat Forschung des BMBF aus dem Jahr 2021/22 und die geplante Bürger*innenbeteiligung in einem konkreten Innovationsvorhaben im Bereich der gesundheitlichen Prävention im Verbundvorhaben VI-Screen.

In beiden Beteiligungsverfahren ging es weniger um die Erarbeitung von neuen Innovationen als vielmehr um ihre Ermöglichung durch strategische Entscheidungen. Das gilt aber für viele Projekte der Bürgerbeteiligung im Innovationssystem. Die Durchsetzung, Implementation und breite Einführung einer Innovation ist oft deutlich schwieriger, zeitaufwendiger, ergebnisoffener und herausfordernder als die Generierung der grundlegenden Idee. In der Anwendung und Umsetzung stellen sich zudem laufend neue Forschungsfragen, die bearbeitet und gelöst werden müssen. Der Begriff der sozio-technischen Innovationen schließt daher aus gutem Grund diese Umsetzungsprobleme ein. Viele erfolgreiche Bürgerbeteiligungsprojekte im Innovationsprozess sind auf der Anwendungsseite angesiedelt und stärken damit den Anwendungsbezug der Innovationsforschung. Ein weiterer Schwerpunkt gerade der Bürgerräte sind Fragen der strategischen Steuerung des Forschungssystems.

Natürlich gibt es gegen die zunehmende Bürgerbeteiligung im Innovationssystem auch Widerstand, nicht zuletzt aus dem Innovationssystem selbst. Hauptamtliche mögen in der Regel keine Ehrenamtlichen. Eine Zulieferung von Daten lassen sich die Hauptamtlichen noch gefallen, aber an die strategische Bürgerbeteiligung in der Forschung muss sich das Innovationssystem erst gewöhnen. Kritiker*innen der Bürgerbeteiligung haben dabei oft ausschließlich Erfahrungen mit der notorisch kritischen Stakeholderbeteiligung, in der sich Partikularinteressen artikulieren und in Stellung bringen. Sie verweisen zu Recht auf die Freiheit der Wissenschaft als ein hohes Gut, das auch durch Bürgerbeteiligung nicht ausgehebelt werden soll. Doch die grundgesetzlich verankerte Wissenschaftsfreiheit richtete sich ursprünglich vor allem gegen staatliche Vorgaben und Übergriffe in der Wissenschaft. Die gleichberechtigte Beteiligung der Bürger*innen im Innovationssystem war damals gar nicht im Blick.

Durch die neuen Beteiligungsverfahren kann die Bürgerbeteiligung von einem Verzögerer zu einem Beschleuniger von Innovation werden, zum Beispiel durch strategische Umschichtung von Mitteln. Die Umschichtung der staatlichen Forschungsförderung in Richtung auf die große Transformation erfolgt nur langsam. Die in Deutschland zur Verfügung gestellten Projektmittel für die Forschungsförderung sind im internationalen Vergleich beachtlich. Gleichwohl gibt es berechtigte Kritik an der Langsamkeit des Innovationsprozesses. Mehr Bürgerbeteiligung auf der strategischen Ebene der Forschungsplanung könnte die Umsetzungsorientierung beschleunigen. Der Beitrag der Bürger*innen ist hier weniger die Co-Creation neuer Forschungshypothesen oder -ideen als vielmehr die Mitwirkung bei der strategischen Ausrichtung von Forschungszielen sowie der Umsetzung und Anwendung von Forschungsergebnissen, also zwei der auch in diesem Sammelband beschriebenen Defizitbereiche der deutschen Innovationslandschaft.

Die Umsetzung von Forschungsergebnissen könnte durch die Empfehlungen von Bürgerräten befördert werden, wie am Beispiel der Klimabürgerräte sowie der Energie-, Mobilitäts- und Infrastrukturwende gezeigt wurde. Die vor uns liegenden strategischen Aufgaben sind: die Beschleunigung der Umsetzung von Innovationen und die bessere Mittelverteilung und Allokation im Innovationsprozess. Hier kann die frühzeitige, gestaltende, deliberative Bürgerbeteiligung mit im Zufall ausgewählten Bürger*innen entscheidende Impulse für die Stärkung der Innovationskraft in Deutschland geben, indem konfliktbehaftete, strategische Entscheidungen durch konsultative Bürgerbeteiligung beschleunigt oder überhaupt erst ermöglicht werden.

Literatur

Bächtiger, A. et al. (Hrsg.) (2018): The Oxford handbook of deliberative democracy. Oxford: Oxford University Press.

Brennecke, V. M. (2016): Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung und die Richtlinie VDI 7000 – Gesetzgeberische Zielsetzung und praktische Umsetzung. In: *Deutsches Verwaltungsblatt* 131, S. 329–338.

Brettschneider, F. (2020): Bau-und Infrastrukturprojekte: Dialogorientierte Kommunikation als Erfolgsfaktor. Berlin/Heidelberg/New York: Springer.

Cahillane, L. (2020): Ireland as a learning experience for the Scottish citizens' assembly. In: *Edinburgh Law Review* 24, S. 95–103.

Decker, F. (2021): Bürgerräte. Abhilfe gegen die Repräsentationskrise oder demokratiepolitisches Feigenblatt. In: *Zeitschrift für Parlamentsfragen* 52, S. 125–140.

Devine-Wright, P. (2009): Rethinking NIMBYism: The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action. In: *Journal of community & applied social psychology* 19, S. 426–441.

Devine-Wright, P.; Wiersma, B. (2020): Understanding community acceptance of a potential offshore wind energy project in different locations: An island-based analysis of ›place-technology fit‹. In: *Energy Policy* 137, S. 111086.

Dienel, E. (2021): Bürgerbeteiligung im ökologischen Innovationsprozess – Inwiefern kann dialogorientierte Beteiligung die Akzeptanz von Windkraftanlagen erhöhen? Masterarbeit HU Berlin.

Dienel, H.-L. (2020): Klimabürger:innenräte in Europa: Eine demokratische Innovation kombinatorischer Demokratie. In: *Rethinking Law. Legal Tech – Digital Economy* 4, H. 5, S. 56–61.

Dienel, H.-L. et al. (Hrsg.) (2014): Die Qualität von Bürgerbeteiligungsverfahren. Evaluation und Sicherung von Standards am Beispiel von Planungszellen und Bürgergutachten. München/Stuttgart: Oekom/Steiner.

Dienel, H.-L.; Rieg, T. (2019): Qualitätsstandards von Bürgerbeteiligungsverfahren mit Zufallsauswahl. In: Sommer, J. (Hrsg.): Kursbuch Bürgerbeteiligung #3. Berlin, Verlag Deutsche Umweltstiftung, S. 191–206.

Dryzek, J. S. et al. (2019): The crisis of democracy and the science of deliberation. In: *Science* 363, S. 1144–1146.

Eichenauer, E. et al. (2018): Bürgerinitiativen gegen Windkraftanlagen und der Aufschwung rechtspopulistischer Bewegungen. In: Kühne, O.; Weber, F. (Hrsg.): Bausteine der Energiewende. Wiesbaden: Springer VS, S. 633–651.

Farrell, D. M.; Suiter, J.; Harris, C. (2019): Systematizing constitutional deliberation: the 2016–18 citizens' assembly in Ireland. In: *Irish Political Studies* 34, S. 113–123.

Fishkin, J. S. (2018): Democracy when the people are thinking: Revitalizing our politics through public deliberation. Oxford: Oxford University Press.

Fraune, C.; Knodt, M. (2019): Politische Partizipation in der Mehrebenengovernance der Energiewende als institutionelles Beteiligungsparadox. In: Fraune, C. et al. (Hrsg.): Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation: Gesellschaftliche Herausforderungen jenseits von Technik und Ressourcenausstattung. Wiesbaden: Springer VS, S. 159–182.

Geissel, B.; Hess, P. (2020): Explaining Political Efficacy in Deliberative Procedures. A Novel Methodological Approach. In: *Journal of Deliberative Democracy* 13, Nr. 2.

GEWISS (Hrsg.) (2016): Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland. Leipzig/Berlin (www.buergerschaffenwissen.de).

Gohl, C.; Meister, H.-P. (2012): Politische Mediation bei Infrastrukturprojekten: Das Beispiel des Ausbaus des Flughafens Frankfurt 1998–2008. Münster: LIT.

Kamlage, J.-H.; Richter, I.; Nanz, P. (2018): An den Grenzen der Bürgerbeteiligung: Informelle dialogorientierte Bürgerbeteiligung im Netzausbau der Energiewende. In: Holstenkamp, L.; Radtke, J. (Hrsg.): Handbuch Energiewende und Partizipation. Wiesbaden: Springer VS, S. 627–642.

Leschinger, V.; Hübner, G. (2022): Akzeptanzdimensionen – Ansatzpunkte für Konfliktlösungen in der Energiewende. In: *Konfliktdynamik* 11, S. 97–106.

Lutz, L. M.; Bergmann, M. (2018): Transdisziplinarität: Forschungsansatz für die Energiewende. In: Holstenkamp, L.; Radtke, J. (Hrsg.): Handbuch Energiewende und Partizipation. Wiesbaden: Springer VS, S. 43–56.

Nexus Institut und IFOK GmbH (Hrsg.) (2022): Die Empfehlungen des Bürgerrats Forschung. Berlin: BMBF.

Peña-López, I.; Chwalisz, C. (2020): Innovative citizen participation and new democratic institutions: Catching the deliberative wave. Paris: OECD.

Radtke, J.; Renn, O. (2019): Partizipation und bürgerschaftliches Engagement in der Energiewende. In: Radtke, J. et al. (Hrsg.): Energiewende in Zeiten des Populismus. Wiesbaden: Springer VS, S. 283–316.

Renn, O. et al. (2022): Gehört werden. Neue Wege der Bürgerbeteiligung. Stuttgart: Kohlhammer.

Sandover, R.; Moseley, A.; Devine-Wright, P. (2021): Contrasting views of citizens' assemblies: Stakeholder perceptions of public deliberation on climate change. In: *Politics and Governance* 9, S. 76–86.

Schneidewind, U. (2022): Ein Verrat an der Idee des Demokratischen ist eigentlich ein Verrat an der Werteidee der nachhaltigen Entwicklung. In: *Supervision* 40, S. 50–53.

Selle, K. (2020): An der Stadtentwicklung mitwirken? Formen der Öffentlichkeitsbeteiligung. In: Breckner, I.; Göschel, A.; Matthiesen, U. (Hrsg.): Stadtsoziologie und Stadtentwicklung. Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Karlsruhe: Nomos, S. 105–116.

Spada, P. (2019): The impact of democratic innovations on citizens' efficacy. In: Elstub, S.; Escobar, O. (Hrsg.): Handbook of democratic innovation and governance. Cheltenham: Edward Elgar.

Vohland, K. et al. (2021): The science of citizen science. Berlin: Springer Nature.

Weber, F. (2019): Der Stromnetzausbau in Deutschland. Eine Konturierung des Konfliktes in Anschluss an Chantal Mouffe und Ralf Dahrendorf. In: Berr, K.; Jenal, C.; Kindler, H.: Handbuch Landschaft. Wiesbaden: Springer VS, S. 423–437.

Ziekow, J. (2011): Bürgerbeteiligung und Bürgerengagement in der verfassten Demokratie. In: Beck, K.; Ziekow, J. (Hrsg.): Mehr Bürgerbeteiligung wagen. Wiesbaden: Springer VS, S. 33–43.

Spezifika von Innovationssystemen für Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitstransformationen

Rainer Walz

1. Einleitung

Dieser Buchbeitrag untersucht Triebkräfte für den Wandel von durch Nachhaltigkeitszielsetzungen geprägten Innovationssystemen (Sustainability Innovation Systems, SIS). Nun ist Nachhaltigkeit ein vielfach benutzter, aber unterschiedlich interpretierter Begriff. Dieser Beitrag knüpft an eine Interpretation an, die Nachhaltigkeit auf ökologische Herausforderungen bezieht, bei deren Adressierung auch auf soziale und ökonomische Folgen zu achten ist. SIS werden – im Unterschied zu »normalen« Innovationssystemen – als Innovationssysteme definiert, die dadurch geprägt sind, dass sie auf die Erreichung von ökologischer Nachhaltigkeit abzielen. Ihr Unterschied zu »normalen« Innovationssystemen liegt also darin, dass die betrachtete Nachhaltigkeitsinnovation ganz bewusst Umweltentlastungen erreichen soll. Davon bleibt unbenommen, dass zunehmend auch »normale« Innovationssysteme durch Nachhaltigkeitsanforderungen geprägt sind, aber eben im Sinn einer Vermeidung negativer gesellschaftlicher Auswirkungen der Innovationen.

Obwohl in der Nachhaltigkeitsdiskussion schon frühzeitig die Bedeutung von Innovationen zur Zielerreichung erkannt wurde, kann von einer systematischen Forschung zu Nachhaltigkeitsinnovationen erst seit etwa 20 Jahren gesprochen werden. Seit circa zehn Jahren findet sich in der Literatur dann eine ganz erhebliche Zunahme entsprechender Veröffentlichungen (Maier et al. 2020). Inzwischen kann von einer eigenständigen Literatur und spezifischen Vorgehensweise zur Analyse von SIS gesprochen werden. Dabei werden SIS auch oft unter anderen Begrifflichkeiten thematisiert, zum Beispiel Innovationssysteme für erneuerbare Energien. Auch sie fallen in diesem Beitrag unter die betrachteten SIS.

Dieser Beitrag behandelt die Triebkräfte des Wandels für SIS. Dabei werden zwei Perspektiven eingenommen. Aus der ersten Perspektive werden Spezifika von SIS im Vergleich zu »normalen Innovationssystemen« herausgearbeitet. Nach einem einführenden Überblick über die Triebkräfte des Wandels bei den Heuristi-

ken, die bei der Analyse von SIS üblicherweise verwendet werden, geschieht dies im Hinblick auf normative Rückbindungen, die Rolle des Staates und die Bedeutung von Wirksamkeitsanalysen. Diese Analysen bilden den Gegenstand von Abschnitt 2.

Aus der zweiten Perspektive werden neue Herausforderungen für SIS betrachtet. Zunehmend wird deutlich, dass die großen ökologischen Herausforderungen Nachhaltigkeitstransformationen erfordern, die über einzelne technologische Innovationen hinausgehen. Die damit einhergehenden Anforderungen und resultierenden Veränderungen der Triebkräfte des Wandels machen die zweite Perspektive aus. Untersucht werden wiederum die Auswirkungen auf Heuristiken, normativen Gehalt und Stellenwert der Direktionalität, Veränderungen in den Aufgaben des Staates sowie bei der Bestimmung der Wirkungen. Dies bildet den Gegenstand von Abschnitt 3.

In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse zusammengefasst und Schlussfolgerungen diskutiert. Aus der ersten Perspektive ergeben sich Unterschiede zwischen SIS und »normalen« Innovationssystemen. Ihnen kann auch für die Beurteilung der Triebkräfte des Wandels von »normalen« Innovationssystemen eine wichtige Rolle zukommen, wenn diese im Sinne einer Missionsorientierung oder hinsichtlich der neuen Herausforderung der Technologiesouveränität stärker direktional ausgerichtet werden. Die aus der zweiten Perspektive resultierenden Herausforderungen können auch für diejenigen »normalen« Innovationssysteme von Bedeutung sein, bei denen sich immer stärker abzeichnet, dass sie im Kontext einer Transformation zu diskutieren sind.

2. Unterschiede zwischen SIS und »normalen« Innovationssystemen

2.1 Nachhaltigkeitsforschung, SIS und zugehörige Heuristiken

In den 1990er Jahren gewann das Konzept der Nachhaltigkeit international – und mit etwas Zeitverzögerung auch in Deutschland – an Bedeutung. Einerseits wurden dabei drei Dimensionen von Nachhaltigkeit betont: ökologisch, ökonomisch, sozial. Andererseits standen in den OECD-Ländern die planetaren ökologischen Grenzen als Engpassfaktor im Vordergrund. Entsprechend wurde Nachhaltigkeit auch oft als Erreichung der ökologischen Zielsetzungen unter Berücksichtigung von ökonomischen und sozialen Folgewirkungen interpretiert (vergleiche zum Beispiel EK Schutz des Menschen und der Umwelt 1998). Aus der Umweltforschung heraus entwickelte sich eine Nachhaltigkeitsforschung, die der wirtschaftlichen und sozialen Dimension Rechnung tragen sollte und dabei auch die Rolle von für die ökologische Zielerreichung erforderlichen Innovationen betonte (vergleiche die

Ausführungen der Entstehungsgeschichte des FONA-Programms in Deutschland in Bührer et al. [2020]). Bereits implizit wurde dabei von einem Verständnis von gerichteten Innovationen ausgegangen: Im Fokus der technologisch geprägten Umweltforschung standen Innovationen, die zu einer Verbesserung der Umweltsituation gegenüber traditionellen Lösungen führen. Zunehmend wurde dabei auch die Energieforschung in dieses Muster eingeordnet. Stand sie bei ihrer Etablierung in den 1970er Jahren noch sehr stark unter der Zielsetzung der Versorgungssicherheit, verstärkte sich ihre ökologische Zielsetzung nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und der Thematisierung der Klimaproblematik in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre.

Parallel zur Entwicklung der Nachhaltigkeitsforschung entwickelte sich in der Innovationsforschung mit dem Konzept der technologischen Innovationssysteme (TIS) ein Ansatz, mit dem vor allem Nachhaltigkeitsinnovationen untersucht wurden. Diese Forschung baute auf dem Innovationssystem-Ansatz auf, der für nationale, sektorale und technologische Systeme entwickelt worden war (siehe zum Beispiel Lundvall et al. 2002; Malerba 2005; Carlsson et al. 2002). Insbesondere technologische Innovationen im Energiebereich (vor allem erneuerbare Energien) wurden in zahlreichen Fallstudien mit dieser Heuristik untersucht. In Deutschland verlief diese Entwicklung parallel mit der steigenden Bedeutung erneuerbarer Energien nach Verabschiedung des EEG, und es kam zu Anwendungen der TIS-Ansatzes für Windenergie, Fotovoltaik und Biomasse (Jacobsson et al. 2004; Jacobsson/Lauber 2006; Walz 2007; Negro et al. 2008). Parallel dazu wurde im Rahmen des TIS-Ansatzes das Konzept des funktionalen Ansatzes entwickelt, um dem systemischen Charakter von Innovationen Rechnung zu tragen (Smits/Kuhlmann 2004; Hekkert et al. 2007; Bergek et al. 2008; Hekkert/Negro 2009; Markard et al. 2015). Dabei wird die Erfüllung folgender Funktionen als zentral für den Erfolg eines Innovationssystems angesehen:

- *knowledge generation* (F1),
- *knowledge diffusion* (F2),
- *guidance of search* (F3) (Zielrichtung der FuE und der Suche nach neuen Lösungen in Bezug auf Technologie und Markt),
- *entrepreneurial experimentation* (F4),
- facilitation of *market formation* (F5),
- *legitimization* (F6) (Erkennen eines Wachstumspotenzials für die Technologie und Herausbildung der Fähigkeit, Widerständen im politischen Raum entgegenzuwirken und politische Unterstützung zu organisieren),
- *resource mobilisation* (F7).

Seit den späten 2000er Jahren wird dieser Ansatz weithin verwendet. Kennzeichnend für die Triebkräfte des Wandels sind dabei die Feedback-Loops zwischen den

betrachteten sieben Innovationsfunktionen. Sie können zu selbstverstärkenden Effekten (*virtuous cycles*) führen, die die Weiterentwicklung des betrachteten TIS beschleunigen (vergleiche Hekkert/Negro 2009).

Parallel zur Entwicklung des TIS-Ansatzes kam es zur Herausbildung des Ansatzes der Multi-Level-Perspectives (MLP). Dieser Ansatz verbindet Gedankengut der evolutionären Ökonomik mit der Forschungstradition sozialwissenschaftlicher Science-and-Technology-Studien (STS) und hat über die Jahre breite Anwendung in der Analyse von *sustainability transition* gefunden (vergleiche Wang et al. 2022). In der Multilevel-Perspektive werden Landscape, sozio-technisches Regime und Nische unterschieden (vergleiche Geels 2011; Weber/Rohracher 2012). Während die Landscape übergeordnete gesellschaftliche Rahmenbedingungen und Entwicklungen beschreibt, sind in den sozio-technischen Regimen bestimmte Teilbereiche organisiert, wie zum Beispiel die Energieversorgung mit ihren grundlegenden Technologien und organisatorischen und institutionellen Strukturen. Triebkräfte des Wandels sind einmal die Innovationsaktivitäten einzelner Akteure in den Nischen, in denen völlig neue Lösungen ausprobiert werden. Weitere Triebkräfte des Wandels werden vor allem durch die Interaktionen der drei Ebenen Landscape, Regime und Nische vermittelt. Einerseits können langfristige Entwicklungen auf der Landscape-Ebene die Funktionalität des bestehenden sozio-technischen Regimes beeinträchtigen. Andererseits können alternative Entwicklungen, die abseits des Regimes in der Nische entstehen, zu einer Alternative des bestehenden Regimes heranwachsen. Letztendlich können diese Triebkräfte dann einen Wechsel des sozio-technischen Regimes bewirken.

2.2 Normative Vorstellungen über Innovationen

Bei »normalen« Innovationssystemen herrschte lange Zeit eine positive Konnotation von Innovationen und Fortschritt. Ein Auslöser hierfür war die Erkenntnis, dass der größte Teil des Wirtschaftswachstums nicht durch zunehmende Einsatzmengen an Produktionsfaktoren erklärt werden konnte, sondern durch die Residualgröße des technischen Fortschritts (Botthof et al. 2020). Mit dem weitgehend konsensfähigen Werturteil, dass mehr Wirtschaftswachstum zugleich gesellschaftlicher Fortschritt bedeute, wurde damit aber auch einem nicht weiter hinterfragten normativen Verständnis Vorschub geleistet, dass Innovationen per se gesellschaftlich positiv zu bewerten seien. Entsprechend wurden Fragen über die Richtung der Innovationen (Direktionalität) kaum aufgeworfen.

Vielfach kommen normative Vorstellungen bei der Analyse eines SIS mit einem TIS- oder MLP-Ansatz bereits bei der Wahl des Erkenntnisobjektes zum Tragen. Hier schwingt jeweils die Vorstellung mit, dass gerade den untersuchten techno-

logischen Innovationssystemen bzw. Nischen eine positive Umweltwirkung zugesprochen werden kann, weil sie ja umweltfreundliche Innovationen als Erkenntnisgegenstand haben.

Aber auch innerhalb der Logik der einzelnen Ansätze werden normative Vorstellungen als Triebkräfte des Wandels wirksam. Innerhalb des TIS-Ansatzes gilt dies zum einen insbesondere für die Innovationsfunktion der Guidance of Search. Sie drückt die zukünftigen Entwicklungsnotwendigkeiten aus, die ihrerseits durch normative Vorstellungen über anzustrebende Zustände gekennzeichnet sind. Zum anderen ist die Innovationsfunktion der Legitimacy untrennbar mit Bewertungen der sozialen Erwünschtheit von Innovationen und damit normativen Vorstellungen verknüpft. Auch beim MLP-Ansatz finden sich implizit normative Vorstellungen über die Direktionalität von Innovationen. Denn es ist gerade die nicht mehr bestehende Funktionalität des Regimes gegenüber Landscape-Veränderungen, die dazu führt, dass eine neue Innovationsrichtung eingeschlagen werden muss, die in der Nische heranreifen und das alte Regime ersetzen soll. Bei der Vielzahl der Anwendungen des MLP-Ansatzes im Nachhaltigkeitsbereich ist es hier gerade die langfristig zugenommene normative Bedeutung einer intakten Umwelt auf der Landscape-Ebene, die die mangelnde Umweltverträglichkeit des bestehenden Regimes als Dysfunktionalität erscheinen lässt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sowohl die Vorstellungen über »normale« als auch »nachhaltige« Innovationssysteme immer durch normative Vorstellungen über die Erwünschtheit von Innovationen geprägt ist. Allerdings ist die normative Dimension dieser Erwünschtheit bei »normalen« Innovationssystemen weniger offensichtlich als bei SIS. Die Direktionalität von Innovationen, das heißt, dass bestimmte Innovationsrichtungen zu bevorzugen sind, stellt damit eine Vorstellung dar, die in den Ansätzen der Umweltinnovationsforschung sowie der TIS- und MLP-Heuristiken schon frühzeitig verankert und auch als normative Grundvoraussetzung akzeptiert wurde.

2.3 Aufgaben des Staates in der Innovationspolitik

In der vorherrschenden neoklassischen wirtschaftswissenschaftlichen Theorie wird eine Rechtfertigung staatlicher Eingriffe vor allem aus der Logik eines Marktversagens heraus begründet. In der stärker neoklassisch geprägten Innovationsökonomik ist unbestritten, dass die Schwierigkeiten bei der ökonomischen Aneignung von neuem Wissen einen Anreiz zu einer zu geringen Innovationstätigkeit setzen können und daher Maßnahmen zur Sicherung der ökonomischen Vorteile aus Innovationen und finanzielle Unterstützung bei der Vornahme von FuE-Aktivitäten erforderlich sind. Demgegenüber ergibt sich aus einem systemischen

Innovationsverständnis ein breiteres Spektrum für staatliche Innovationspolitik, um auch diverse Systemversagen im Innovationssystem anzugehen (vergleiche Weber/Rohracher 2012).

Dass externe Umwelteffekte einen weiteren Grund für staatliche Aktivitäten darstellen, ist unbestritten. Neoklassische Umweltökonomen betonen hier die Verteuerung der Nutzung von Umwelt als zentralen Faktor, um die Nachfrage nach umweltfreundlichen Lösungen zu befördern. Rennings (2000) leitete daraus die Double Regulatory Challenge von Umweltinnovationen ab. Ohne Eingriffe des Staates zur Korrektur des Marktversagens, das aus dem Vorliegen externer Umwelteffekte resultiert, bleibt die Nachfrage nach Umweltinnovationen auf einem zu geringen Niveau. Aus Sicht der Innovationsforschung stellt die aus der neoklassischen Logik abgeleitete Generierung von Nachfrage nach Umweltinnovationen durch eine Verteuerung der Nutzung der Umwelt aber nichts anderes dar als eine nachfrageorientierte Innovationspolitik. Gleichzeitig sind viele besonders nachhaltigkeitsrelevante Sektoren als monopolistische »Bottlenecks« zu betrachten (Elektrizität und Gas, Mobilitätsbereiche, Wasserwirtschaft), woraus sektorale Regulierungsanforderungen resultieren. Von ihnen gehen wiederum fördernde oder hemmende Wirkungen in Bezug auf die jeweiligen Nachhaltigkeitsinnovationen aus, sodass in diesen Sektoren eine »triple regulatory challenge« (Walz 2007) für Nachhaltigkeitsinnovationen besteht. Damit ist bereits aus der ökonomischen Theoriediskussion ableitbar, dass nachhaltigkeitsorientierte Innovationssysteme durch ein besonders großes Ausmaß an politischen Maßnahmen geprägt sein dürften.

Die hohe Bedeutung staatlicher Aktivitäten wird auch aus der empirischen TIS-Literatur deutlich. So werden die für die Dynamik von TIS besonders wichtigen positiven Feedback-Loops häufig durch staatliche Aktivitäten mitausgelöst (Hekkert/Negro 2009; Bergek et al. 2008). Gerade Innovationsfunktionen wie Market Formation (in Übereinstimmung mit der neoklassischen Double Regulatory Challenge), aber auch Guidance of Search und Legitimation – bei denen ja die normativen Vorstellungen als Triebkräfte des Wandels besonders offensichtlich sind – stehen hierbei im Fokus. Gleichzeitig wird auch beim MLP-Ansatz mit den Vorstellungen zu Transition Management und Protective Space die Bedeutung staatlicher Aktivitäten deutlich (Smith/Raven 2012). Dabei ist die Palette der diskutierten Maßnahmen in diesen Ansätzen im Sinne eines »comprehensive failure frameworks« (Weber/Rohracher 2012) wesentlich größer als in der neoklassisch geprägten Argumentation.

Zentral ist aber, dass die Intensität staatlicher Aktivitäten bei den SIS stärker ausfällt als bei »normalen« Innovationssystemen. Die Triebkräfte des Wandels werden in SIS in stärkerem Ausmaß durch den Staat vermittelt. Dies ist eine notwendige Konsequenz der Direktionalität von nachhaltigen Innovationssystemen, bei de-

nen die Innovationen ja gerade zur Erreichung von Umweltzielen beitragen sollen, zugleich aber in ihrer Diffusion durch die »double regulatory challenge« behindert werden. Daher erfolgt die Zunahme der staatlichen Aktivitäten bei der nachfrageseitigen Innovationspolitik. Sie ist zugleich aber auch die Domäne der für einzelne Sektoren zuständigen Ressorts. Innovationspolitik für SIS wird damit zunehmend auf mehrere Schultern verteilt.

Die verstärkte Bedeutung der nachfrageseitigen Innovationspolitik wirkt auch auf die Bedeutung der einzelnen Instrumente ein, die für die Innovationspolitik diskutiert werden (vergleiche Edler/Fagerberg 2017). Generell wurde für die Innovationspolitik festgestellt, dass sie sich bezüglich des Instrumentariums lange sehr stark auf die angebotsseitigen innovationspolitischen Maßnahmen konzentrierte. Bei »normalen« Innovationssystemen haben in jüngster Zeit Maßnahmen wie staatliches Procurement und die Rolle von Standardisierung und Normung an Bedeutung gewonnen. Während staatliches Procurement gerade für die Etablierung eines Initialmarktes und das erste Upscaling von Lösungen bedeutsam ist, wirken Normung und Standardisierung sowohl auf die Nachfrage- als auch Angebotsseite (Edler/Fagerberg 2017). Innerhalb der innovationspolitischen Diskussion »normaler« Innovationssysteme spielen demgegenüber Maßnahmen zur Förderung der breiten Diffusion privater Akteure bisher eine geringere Rolle. Hier spielen die Bereitschaft der Lead User, neue Innovationen aufzunehmen, sowie die in den Diffusionsmodellen von Rodgers und anderen beschriebenen Ausbreitungsmechanismen zentrale Rollen. Dies sind marktgetragene, durch Innovationsmanagement unterstützte Prozesse. Bei den nachfrageorientierten Innovationssystemen kommt hingegen der – als eine unter 15 Instrumententypen bei Edler und Fagerberg (2017) aufgeführten – Förderung der privaten Nachfrage eine ganz zentrale Rolle als Triebkraft des Wandels zu.

Diese zentrale Rolle einer Förderung der privaten Nachfrage nach Nachhaltigkeitsinnovationen wird auch durch eine empirische Untersuchung über den Instrumenteneinsatz in der deutschen Umweltinnovationspolitik bestätigt (Walz et al. 2019). Gerade Instrumente aus der Umweltpolitik werden besonders häufig eingesetzt (vergleiche Abbildung 1). Damit verschiebt sich auch die Bedeutung der einzelnen staatlichen Akteure in der Innovationspolitik gegenüber »normalen« Innovationssystemen. So spielen gerade bei den an der Nachfrageseite ansetzenden Maßnahmen das Umweltministerium sowie die sektoralen Ressorts Wirtschaft, Landwirtschaft und Verkehr eine ganz wesentliche Rolle, während das BMBF stärker die angebotsseitige Seite bespielt. Daraus erwachsen aber zentrale Herausforderungen für die Governance einer »Innovationspolitik aus einem Guss«: Die Abstimmung zwischen den Ressorts wird noch schwieriger als bei »normalen« Innovationssystemen. Sie wird auch dadurch erschwert, dass innerhalb der sektoral zuständigen Ressorts die Federführung oftmals bei den sektoral zuständigen Fach-

abteilungen liegt, bei denen der Fokus und die Erfahrung in der Berücksichtigung von Innovationswirkungen der diskutierten Maßnahmen noch weniger im Fokus steht als bei den Grundsatzabteilungen der sektoralen Ressorts. Dies ist deswegen so zentral, weil es bei der Ausgestaltung der Maßnahmen eben nicht nur um die Förderung einer Diffusion per se geht, sondern aus Sicht einer nachfrageseitigen Innovationspolitik ja gerade auch um die spezifische Rückwirkung dieser Diffusion auf die Innovationstätigkeit. Gerade diese Rückwirkung wird aber auch durch das Design der Politikmaßnahmen beeinflusst, das in den sektoralen Fachabteilungen vorgeschlagen wird. Obwohl von großer Bedeutung für die Innovationswirkung, weist Edler (2016) darauf hin, dass es nur ganz wenige Evaluationen gibt, die die Rückwirkungen derartiger, an der Nachfrageseite ansetzender Politiken auf die Angebotsseite untersuchen.

Die Bedeutung des TIS-Ansatzes liegt in diesem Kontext auch in einem besseren Verständnis des Zusammenspiels von Maßnahmen zur Förderung der Diffusion und Innovation. So ist der TIS-Ansatz in der Lage, die Rolle unterschiedlicher Instrumententypen im Feld der erneuerbaren Energien zu erklären. Zentrale Themen waren insbesondere die Rolle von Einspeisevergütungen und die Bedeutung von Policy-Mixes bei der Förderung von Innovationen (vergleiche Jacobsson/ Lauber 2006; Walz 2007; Negro/ Hekkert 2008; Dewald/ Truffer 2011; Negro et al. 2012; Bergek et al. 2015; Reichardt et al. 2016; Reichardt et al. 2017; Jacobsson et al. 2017). Diese in erster Linie mit Fallstudien operierende Forschung wurde in den 2010er Jahren durch ökonometrische Untersuchungen zu den Determinanten von Umwelt- und Energieinnovationen ergänzt. Auswertungen von Unternehmensbefragungen zeigen hierbei die Bedeutung von staatlichen Maßnahmen für Umweltinnovationen auf (Horbach et al. 2012; Horbach 2016; Horbach/Rammer 2021). Johnstone et al. (2010) und Costantini et al. (2015) konzentrieren sich beide auf die Auswirkungen der verschiedenen Arten von Fördermechanismen wie der Einspeisevergütungen auf Innovationen bei erneuerbaren Energietechnologien, gemessen an den Patentzahlen. Schleich et al. (2017) und Böhringer et al. (2017) finden beide einen positiven Innovationseffekt von Maßnahmen, die die Nachfrage nach Technologien für erneuerbare Energien erhöhen. Insbesondere Schleich et al. (2017) weisen aber auch darauf hin, dass andere Faktoren als die Art des Instruments von Bedeutung sind. Hierzu zählen zum Beispiel der Politikstil und die Orientierungsfunktion ambitionierter und glaubwürdiger Zielvorstellungen. Um die Bedeutung all dieser empirischen Forschungsarbeiten zusammenzufassen: Bei allen Unterschieden in den Detailaussagen unterstreichen sowohl die qualitativen Fallstudien als auch die quantitativen statistischen Analysen die Bedeutung einer frühzeitigen Förderung der Nachfrage für die weitere Innovation von Technologien in SIS (Edler 2016).

Festzuhalten bleibt damit Folgendes: Bei SIS spielt die Beeinflussung der privaten Nachfrage im Rahmen einer nachfrageseitigen Innovationspolitik eine weitaus wichtigere Rolle als bei »normalen« Innovationssystemen. In der Innovationspolitik führt dies zu einem Bedeutungszuwachs von nachfrageseitigen Politikinstrumenten und den sektorspezifischen Ressorts. Dies verstärkt die ohnehin bestehenden Herausforderungen einer Integration der Innovationspolitik in die unterschiedlichen Ressorts noch zusätzlich.

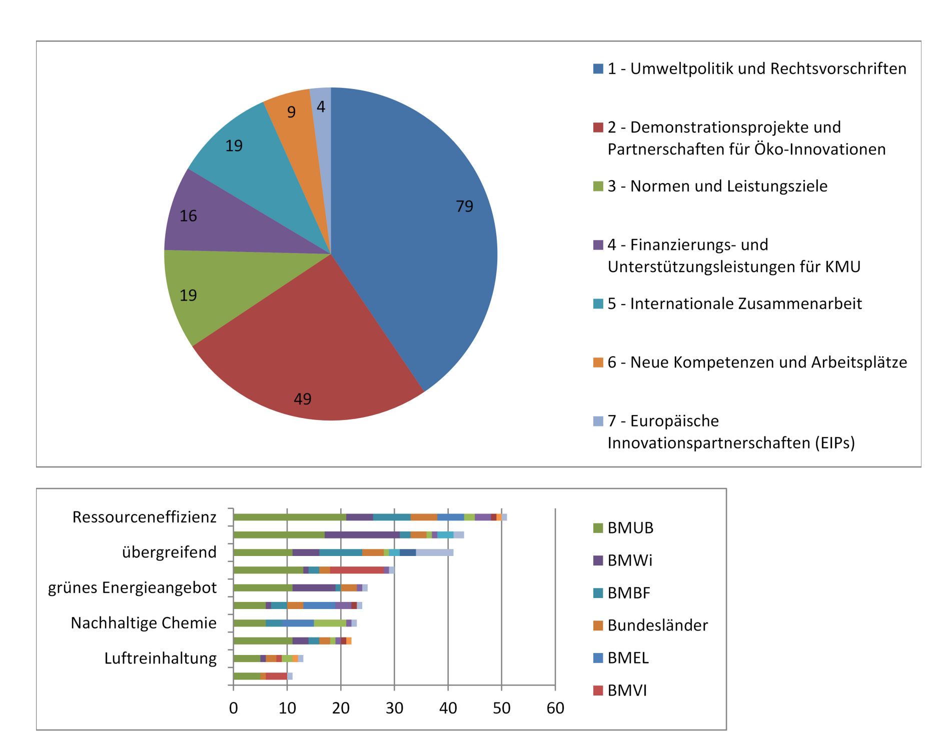


Abb. 1: Instrumenteneinsatz (Anzahl) und verantwortliche Akteure der zugehörigen Einzelmaßnahmen nach Themenfeld in der deutschen Umweltinnovationspolitik
Quelle: Walz et al. 2019, S. 27, 32

2.4 Zielsetzungen und Folgenabschätzungen

Bei einer auf Umweltziele gerichteten Innovationspolitik steigt aufgrund der Direktionalität der normative Gehalt gegenüber der traditionellen Innovationspolitik an. Ganz bewusst sollen ökologische Nachhaltigkeitsziele erreicht werden. Da-

mit ist auch eine normative Festlegung über die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Durchdringung mit den Innovationen erforderlich. In diesem Prozess der Zielfindung werden auch die potenziellen Folgen von Strategien zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele einer Abwägung unterworfen. Bei diesen Abwägungsprozessen sind sowohl ökologische als auch ökonomische und soziale Dimensionen zu berücksichtigen. Dies wirft auf verschiedenen Ebenen die Notwendigkeit normativer Entscheidungen auf: Zwischen den Dimensionen ist zum Beispiel zu entscheiden, wie strukturelle Verwerfungen im ökonomischen Bereich gegenüber der Verringerung von Umweltbelastungen abzuwägen sind. Aber auch innerhalb der ökologischen Dimension sind normative Abwägungen zu treffen, zum Beispiel zwischen Klimaschutz durch klimafreundliche Technologien und damit verbundenem steigenden Verbrauch an Rohstoffen, deren Gewinnung hohe Umweltbelastungen mit sich bringt.

Damit ein Diskurs über die erforderlichen normativen Abwägungen geführt werden kann, bedarf es entsprechender Folgenabschätzungen bereits zum Zeitpunkt der Formulierung der spezifischen Ziele. Dies erfordert die frühzeitige Antizipation der Wirkungen in einem Ex-ante-Impact-Assessment und ihre frühzeitige Berücksichtigung im Politikprozess. In der Energie- und Umweltpolitik wird hierfür vielfach die Methodik des Strategic Sustainability Impact Assessment von Nachhaltigkeitsstrategien eingesetzt. Neben qualitativen Abschätzungen werden insbesondere im Energie- und Mobilitätsbereich vielfach Analysen angefertigt, in denen quantitative Zukunftsszenarien erarbeitet werden (vergleiche Walz 2022). Hierzu wurden zahlreiche Energie- und Umweltsystemmodelle entwickelt, die Diffusionspfade von nachhaltigen Innovationen modellieren und die resultierenden Wirkungen auf die Emissionen aufzeigen. Vor allem im Klimabereich, aber auch bei erneuerbaren Energien und der Kreislaufwirtschaft werden diese Szenarienergebnisse mit einem ausdifferenzierten ökonomischen Modellinstrumentarium gekoppelt, das die ökonomischen Folgewirkungen ableitet. Die transparente Kommunikation derartiger Ergebnisse unterstützt dann eine frühzeitige Berücksichtigung der möglichen Folgen in den Zielfindungsprozessen, die dann ihrerseits auf die Zielsetzung der Forschungs- und Innovationspolitik wirken.

Eine Folgenabschätzung findet aber nicht nur bei der Festlegung von Zielen statt. Generell ist zu beobachten, dass der Impact der FuI-Politiken für ihre Legitimierung an Bedeutung gewinnt. Da der erwartete Impact in einem Beitrag zur Erreichung von spezifischen Nachhaltigkeitszielen liegt, wird dies auch zum Gegenstand der Evaluierung von FuI-Politiken. Traditionell folgt diese einer IOOI-Logik, das heißt, Inputs führen zu Outputs und Outcomes, aus denen wiederum der Impact folgt. Die bisherige Innovationspolitik konzentrierte ihre Folgenabschätzungen bisher auf Evaluierungen von Programmen und Institu-

tionen auf der Mikro- (geförderte Institutionen/Unternehmen) und Meso-Ebene (Forschungssystem, Unternehmen) und entwickelte ein darauf ausgerichtetes Methodeninstrumentarium. Der damit erfassbare Output und Outcome der FuI-Politiken stand dann auch im Vordergrund der Evaluierung von Umweltforschungsprogrammen, zum Beispiel des Rahmenprogramms FONA des BMBF (vergleiche Bührer et al. 2020).

Im Zuge der insgesamt steigenden Anforderungen an einen Nachweis von Impact treten bei einer nachhaltigkeitsorientierten FuI-Politik nun zunehmend die Wirkungen der Innovation auf die zur Legitimierung der Politiken herangezogenen Ziele in den Vordergrund. Gefragt wird also nicht nur, ob Innovationen auftreten, sondern auch nach dem Impact, das heißt, inwieweit die mit der FuI-Politik angestoßenen Innovationen auch tatsächlich zur Erreichung der ökologischen Ziele beitragen und inwiefern dadurch auch gegebenenfalls negative Teilwirkungen in den ökonomischen Folgen der Nachhaltigkeitsstrategie konterkariert werden können. Dass diese Wirkungen sich in ihrer vollen Breite aber erst mit erheblichen Zeitverzögerungen einstellen, stellt die Evaluierung vor neue Herausforderungen. Bisher wird den neuen Anforderungen vor allem dadurch Rechnung getragen, dass Ex-post-Fallstudien über beobachtbare Wirkungen auf der Ebene einzelner Forschungsprojekte oder Fördermaßnahmen durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise wurde auch bei der Evaluierung des FONA-Forschungsprogramms gewählt (vergleiche Bührer et al. 2020). Nur in Einzelfällen ist es bisher zu einer Erweiterung der Wirkungsperspektive gekommen, indem das oben angeführte Strategic Sustainability Assessment zur Bewertung von Nachhaltigkeitsstrategien auch für ein Ex-ante-Impact-Assessment von Forschungsprogrammen angewendet wurde. Ein Beispiel hierfür ist das Impact Assessment im Rahmen der Begleitforschung zu der BMBF-Forschungsförderung »Innovative Technologien zur Ressourceneffizienz« (vergleiche Ostertag et al. 2013; Sartorius/ Walz 2013; Loibl et al. 2020).

Festzuhalten bleibt damit: Die Direktionalität von SIS und die Festlegung von anzustrebenden Zielen erfordern in verstärktem Ausmaß normative Abwägungen über die mit einer Zielerreichung verbundenen Folgen. Besonders anschaulich ist dies zum Beispiel dann, wenn es zu Trade-offs zwischen unterschiedlichen Zieldimensionen kommt. Derartige Trade-offs können zum Beispiel zwischen umweltbezogenen und ökonomischen Wirkungen auftreten, aber auch innerhalb einer einzelnen Dimension wie etwa zwischen Klimaschutz und dadurch induziertem zunehmenden Bedarf an sehr umweltintensiven Rohstoffen. Für die Abschätzung der Folgen hat sich mit dem Strategic Sustainability Assessment und der Nachhaltigkeitsbewertung eine spezifische Herangehensweise herausgebildet. Gleichzeitig verschiebt sich bei Bewertung der Maßnahmen der FuI-Politik der Fokus hin auf den mit den Fördermaßnahmen erreichten Beitrag zur

Zielerreichung. Zunehmend wird es erforderlich, die betrachtete Wirkungskette von Input über Output und Outcome hin zur Erfassung des Impacts zu erweitern.

3. Nachhaltigkeitsorientierte Innovationssysteme im Zeitalter der Nachhaltigkeitstransformationen

3.1 Transformation sozio-technischer Systeme im Lichte der Heuristiken der Innovationsforschung zu SIS

Die Transformation ganzer sozio-technischer Systeme hat spätestens mit der Umsetzung der Energiewende nicht nur in Deutschland als Begriff an Bedeutung gewonnen. Aber auch Zielsetzungen wie neue Formen der Mobilität, eine nachhaltige Wasserwirtschaft oder die Hinwendung zu einer Bioökonomie zielen auf die Transformation ganzer Systeme in Richtung einer ökologischen Nachhaltigkeit ab. Typischerweise werden bei derartigen Transformationen mehrere technologische Innovationen gebündelt. Gleichzeitig haben Transformationen institutionelle Innovationen auf den vielfältigsten Ebenen zur Voraussetzung. Gerade bei Nachhaltigkeitstransformationen werden vermehrt neue Rollen, etwa Prosumenten), veränderte Wertschätzungen (zum Beispiel gemeinschaftliche Nutzung statt Besitz von Gütern) sowie neue Normen (zum Beispiel im Ernährungsbereich) und damit soziale Innovationen thematisiert. Kennzeichnend für Transformationen sind damit die Verschränkung mehrerer Innovationsarten, aber auch vielfältige Interaktionen mit dem gesellschaftlichen und politischen Umfeld, bei der die unterschiedlichsten Interessen der Beteiligten zum Tragen kommen (vergleiche Walz et al. 2019).

Aus Sicht des MLP-Ansatzes steht eine Nachhaltigkeitstransformation jeweils vor der Herausforderung, mit welchem Transitionspfad die aus der Stärke des Regimes resultierende Pfadabhängigkeit überwunden werden kann (Geels/Schot 2007). Gerade bei den Transitionspfaden, die durch Konflikte zwischen bestehendem Regime und wachsenden Nischen gekennzeichnet sind, kommt für den Erfolg der Transformationen auch sogenannten Exnovationen – das heißt dem gezielten Austritt von etablierten, aber überholten Lösungen aus dem Markt – erhebliche Bedeutung zu. Hier müssen auch eventuell auftretende soziale und wirtschaftliche Härten abgefedert sowie Umstiege langfristig angebahnt und erleichtert werden. Für den TIS-Ansatz bedeutet die Einnahme einer Transformationsperspektive, dass die Einbettung des technologischen Innovationssystems in die bestehenden sektoralen und nationalen Innovationssysteme, aber auch die Interaktionen mit anderen gesellschaftlichen Subsystemen berücksichtigt werden

müssen (Bergek et al. 2015). Der Transformationscharakter erhöht also sowohl die Anzahl der zu betrachtenden Akteure als auch der zugehörigen Interaktionen und Wirkdimensionen.

Die Literatur zu TIS und MLP thematisiert bereits aus sich heraus die Notwendigkeit, verstärkt politische Kontexte zu betrachten (Geels 2014; Kern 2015). Die im Zuge der Transformationsanforderungen zunehmende Verschränkung mit den Kontextfaktoren verstärkt diese Anforderung. Fragen der Macht und der politischen Ökonomie, aber auch der gesellschaftlichen Akzeptanz von Innovationen und die Hoheit über Transformationsdiskurse werden zentrale Kontextfaktoren. Die Triebkräfte des Wandels werden heterogener, ihre Analyse zunehmend komplexer. All dies erfordert es, die innerhalb von TIS- und MLP-Ansätzen durchgeführten Analysen systematisch mit weiteren gesellschaftlichen Subsystemen zu verknüpfen.

3.2 Erweiterung der normativen Dimension bei abnehmender Direktionalität

Transformation geht auch mit Erwünschtheit sozialer Veränderungen einschließlich neuer Konsummuster einher. Damit erweitert sich die normative Dimension auch in Richtung einer grundsätzlichen Hinterfragung von individuellen Konsumwünschen. Besonders offensichtlich ist dies in der Debatte über Suffizienz, die sowohl instrumentell als Mittel zur Erreichung ökologischer Ziele, aber auch als Ziel an sich thematisiert wird (Jungell-Michelsson/Heikkurinen 2022). Allerdings weist die Erwünschtheit veränderter Konsumstrukturen oder das anzustrebende Konsumniveau eine höhere normative Komponente auf und wird weitaus konfliktbehafteter diskutiert als einzelne technologische Nachhaltigkeitsinnovationen.

Gleichzeitig ist aber auch zu hinterfragen, ob die Ausweitung der normativen Dimension bei Nachhaltigkeitstransformationen nicht ebenfalls mit einer Einschränkung in der Eindeutigkeit der Direktionalität einhergeht. Bereits die eindeutige Erwünschtheit und damit der starke direktionale Charakter einer technischen Nachhaltigkeitsinnovation, die spezifisch die Emissionen pro funktionale Einheit senkt, wird plötzlich weniger eindeutig, wenn man die Interaktion mit Konsumentscheidungen mitbedenkt und die damit verbundenen Rebound-Effekte. Noch gravierender ist, dass im Zuge von Nachhaltigkeitstransformationen plötzlich neue Anpassungserfordernisse im System auftreten. Dies kann ganz unterschiedliche Ursachen haben (vergleiche Walz et al. 2022):

– Hinter den einzelnen Nachhaltigkeitsherausforderungen liegen komplexe, nicht lineare Umweltsysteme. Damit sind einzelne Ausprägungen der Herausforderungen nur schwer vorhersehbar und können gegebenenfalls eine

Anpassung in der erforderlichen Nachhaltigkeitstransformation nach sich ziehen.
- Krisen aus unterschiedlichen Bereichen interagieren zunehmend miteinander (Homer-Dixon et al. 2022). So können geopolitische Verschiebungen und außenpolitische Konflikte plötzlich dazu führen, dass auch angestrebte Nachhaltigkeitstransformationen neu angepasst werden müssen, zum Beispiel, wenn plötzlich eine als Brückentechnologie vorgesehene Ressource wegfällt.
- Eine Nachhaltigkeitstransformation kann auch auf eine andere Nachhaltigkeitsherausforderung rückwirken. Ein gutes Beispiel hierfür ist der steigende Bedarf an bestimmten kritischen Rohstoffen für wichtige Technologien der Energiewende.
- Kennzeichen der Nachhaltigkeitstransformationen ist gerade ihre stärkere Einbindung in andere gesellschaftliche Subsysteme. Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen von Nachhaltigkeitstransformationen selbst können als Disruption wahrgenommen werden und interagieren mit der gesellschaftlichen Akzeptanz und der politischen Bereitschaft zur Unterstützung der Nachhaltigkeitstransformationen. Auch diese Prozesse sind nicht linear und können eine Adaption der Nachhaltigkeitstransformation erfordern.

Als eine zentrale Forderung zum Umgang mit Disruptionen wird im Kontext von Nachhaltigkeitstransformationen eine Stärkung der gesellschaftlichen Resilienz gefordert (vergleiche Walz et al. 2022). Im gesellschaftlichen Resilienzkonzept ist aber der Grad der Direktionalität weniger spezifisch ausdifferenziert, da sie ja gerade sehr stark auf Prozesscharakteristika abzielt, um neue Anforderungen schnell ins System integrieren zu können. Auch wird Direktionalität dadurch insofern in ihrer zeitlichen Gültigkeit eingeschränkt, als sie immer stärker als vorläufig und revidierbar angesehen werden muss.

Festzuhalten bleibt damit: Die Erwünschtheit sozialer Innovationen als Bestandteil von Nachhaltigkeitstransformationen erweitert die normative Dimension nochmals. Andererseits kommt es auch zu Entwicklungen, die die Eindeutigkeit der Direktionalität von Innovationen infrage stellen und eine Hinwendung zum Prinzip der Resilienzsteigerung erfordern.

3.3 Der Staat in der Nachhaltigkeitstransformation: steigende Anforderungen und Steuerungsrealismus

Immer deutlicher wird, dass die Intensität und die erforderliche Geschwindigkeit der Nachhaltigkeitstransformationen ganz erhebliche strukturelle Verwerfungen und distributive Konsequenzen nach sich ziehen. Da diese Veränderungen ja durch

politische Maßnahmen mit induziert werden, erhöhen sich gleichzeitig die Erwartungen an den Staat bezüglich einer sozialen Abfederung. Wenn dann noch plötzliche Disruptionen hinzukommen, verstärken sich diese Anforderungen zusätzlich. Der Übergang zu einer auf Transformationen abzielenden Politik geht damit mit einer Steigerung der Erwartungen an den Staat einher.

Andererseits halten Botthof et al. (2020) fest, dass das zentrale Spannungsfeld der Innovationspolitik bereits heute darin besteht, dass einerseits höhere Steuerungsanforderungen an sie gestellt werden, ohne dass sich die Steuerungsmöglichkeiten andererseits im notwendigen Maße erweitert hätten. Unbestritten dürfte sein, dass eine Modernisierung in der Erfüllung der staatlichen Aufgaben erforderlich ist. Selbst dann sind aber die staatlichen Steuerungsmöglichkeiten auch in Zukunft nur als eingeschränkt hinsichtlich der Herausforderungen einer Mikrosteuerung der komplexen Transformationsprozesse zu beurteilen. Vor diesem Hintergrund formuliert der Roles-of-the-State-Ansatz (Borras/Edler 2020) ein umfassendes Konzept für verschiedene Aufgaben des Staates, die in Transformationen relevant werden können. Im Sinne eines Steuerungsrealismus postuliert er bei der eingeschränkten Fähigkeit der Mikrosteuerung eine Erweiterung um zusätzliche (nicht-mikrosteuernde) Rollen und die Adressierung weiterer gesellschaftlicher Subsysteme außerhalb der eigentlichen Innovationssysteme.

Fasst man die unterschiedlichen Argumentationsstränge zusammen, ergeben sich vier zentrale Aspekte, die unter den Bedingungen eines Steuerungsrealismus vordringlich erscheinen (vergleiche Walz et al. 2022):

- Verbesserung des Science-Policy Interfaces,
- Anpassungen der Governance an eine ressortübergreifende Integration und Resilienzanforderungen,
- Verbesserung der Voraussetzungen für gesellschaftliche Diskurse und deren Beeinflussung sowie
- systematischer Einbezug der politischen Ökonomie in die Strategiebildung.

Im Bereich des Science-Policy Interfaces sind Verbesserungen sowohl aufseiten der Wissenschaft als auch aufseiten der Policy erforderlich: Zur Stärkung der Wissensbasis für Nachhaltigkeitstransformationen besteht ein anerkannter Bedarf an stärkerer inter- und transdisziplinärer Ausrichtung sowie Problem- und Anwendungsorientierung der Forschung (vergleiche Walz et al. 2022). Die wissenschaftliche Durchdringung der Systeme, die einer Nachhaltigkeitstransformation unterliegen, erfährt eine zunehmende methodische Ausdifferenzierung bis hin zum Einsatz eines modellgestützten Instrumentariums wie zum Beispiel von Energiesystemmodellen. Dies erfordert aber auch ein wesentlich besseres Verständnis im politischen Raum von der Aussagekraft derartiger Analysen. Damit rückt die Steigerung der Absorptionsfähigkeiten des Staates innerhalb des Sci-

ence-Policy Interfaces zunehmend in den Fokus (Edler et al. 2022). Eng verbunden mit den systemischen Analysekapazitäten ist auch die Antizipationsfähigkeit der Politik. Der breite Einsatz von Foresight-Ansätzen stellt hier einen wertvollen Hebel zur Steigerung der Antizipationsfähigkeit dar. Hier wird es wichtig sein, die angelaufenen Überlegungen zur Verankerung von Foresight-Prozessen im Regierungshandeln fortzuführen (Warnke et al. 2022) und von Beginn an mit besonderem Augenmerk auf die Resilienzanforderungen zu versehen.

Die systemische Berücksichtigung ressortübergreifender Fragestellungen ist bereits bei einzelnen Nachhaltigkeitsinnovationen eine Herausforderung für die Governance. Bei der Steuerung von Nachhaltigkeitstransformationen verschärft sich die Problematik noch. Die dabei entstehenden Herausforderungen können am Beispiel der Klimapolitik verdeutlicht werden: So wirken die Klimaschutzmaßnahmen zur schnelleren Diffusion klimaschützender Innovationen, die Gegenstand der Klimaschutzpläne sind, auch im Sinne nachfrageorientierter Innovationspolitik im Zusammenspiel mit angebotsseitigen FuI-Politiken auf die Generierung weiterer Innovationen ein. In der Klimaarchitektur kommt den sektorspezifischen Zielen hohe Bedeutung zu. An den Ressortzuständigkeiten für die Sektoren orientiert sich zugleich die Verantwortlichkeit für das Design der zugehörigen Klimaschutzmaßnahmen. Die Herausforderung besteht nun darin, bei der sektorspezifischen Maßnahmenplanung neben dem sektorspezifischen, nachfrageseitigen Know-how der betreffenden Ressorts auch genügend angebotsseitiges Funktions-Know-how bezüglich der Auswirkungen der sektoralen Klimaschutzpläne auf die Generierung von Innovationen einzubeziehen. Das hierfür erforderliche Wissen geht aber über das traditionelle Betätigungsfeld der sektoralen Ressorts hinaus. Erforderlich wird, den Widerspruch zwischen sektoraler Zuständigkeit und verfügbarem Funktions-Know-how aufzulösen.

Der Umgang mit Disruptionen stellt auch staatliche Entscheidungsprozesse vor neue Herausforderungen. Wenn jeweils auch die Resilienzanforderungen mitbedacht werden müssen, bedeutet dies, dass es bei der Auswahl von Transformationspolitiken zu einer Abkehr von der Fixierung auf Effizienzmaximierung kommen muss. Auch dies lässt sich gut am Beispiel des Klimaschutzes exemplifizieren: Eine Ausbaustrategie erneuerbarer Energien sollte also nicht nur Kategorien wie Kosten und Akzeptanz berücksichtigen, sondern auch Resilienz gegenüber – beabsichtigt durchgeführten oder ungeplant auftretenden – Störungen der Infrastruktur. Gegebenenfalls würde dies zum Beispiel dazu führen, dass sich die Strategie stärker in Richtung dezentralerer Erzeugungsanlagen mit Speichermöglichkeiten verschiebt, auch wenn dies gegenüber einem stärker zentralisierten Ausbau erneuerbarer Energien kostenintensiver ist.

Die oben angeführte Gestaltung von Diskursen unter den Bedingungen der politischen Ökonomie steht auch in Zusammenhang mit der zentralen Aufgabe der

Politik, Verständnis und Vertrauen zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Politik wiederherzustellen bzw. aufzubauen. Für die Nachhaltigkeitstransformation ist der Erfolg dieses Prozesses von besonderer Bedeutung, um die Transformationsbereitschaft der Bevölkerung sicherzustellen (vergleiche Walz et al. 2022). Um einem gesellschaftlichen Vertrauensbruch im Zuge der Nachhaltigkeitstransformation vorzubeugen, sollten Transformationsnarrative frühzeitig, gezielt und bewusst entwickelt werden. Im Hinblick auf die Vorbereitung der Diskurse über soziale Ausgleichsmaßnahmen wäre es hilfreich, wenn vorab eine strategische Diskussion über die dabei anzulegenden Kriterien geführt würde. Denn die finanziellen Möglichkeiten zum Ausgleich sind nicht unbegrenzt und ein Steuerungsrealismus erfordert daher auch eine Priorisierung. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass die Maßnahmen zur Unterstützung der Transformationen politisch heftig umkämpft sind. Die damit verbundenen politischen Konflikte, aber auch die jeweiligen Erfolgsbedingungen und vorliegenden Machtasymmetrien werden so zu wichtigen Triebkräften, die Geschwindigkeit und Richtung des Wandels bestimmen. Die gezielte Herbeiführung von *policy feedbacks*, Unterstützung beim *coalition building* sowie das Auflösen von transformationsblockierenden Diskurshegemonien werden das Aufgabenspektrum einer Politik zur Förderung von Nachhaltigkeitsinnovationen ergänzen (Jordan/Matt 2014; Hess 2016; Bayer/Urpelainen 2016).

Festzuhalten bleibt: Neue Anforderungen aus der Nachhaltigkeitstransformation erweitern die Aufgaben des Staates. Die Rolle des Staates wird aber durch Steuerungsrealismus geprägt sein. Anstelle einer Mikrosteuerung wird sich der Fokus auf zusätzliche (nicht-mikrosteuernde) Rollen und die Adressierung weiterer gesellschaftlicher Subsysteme außerhalb der eigentlichen Innovationssysteme richten. Erforderlich sind Verbesserungen im Science-Policy Interface, Anpassungen der Governance, Steigerung der Diskursfähigkeit des Staates sowie strategischer Einbezug der Bedingungen der politischen Ökonomie. Inwiefern die Politik hier erfolgreich sein wird, wird selbst zu einer Triebkraft des Wandels.

3.4 Auswirkungen auf das Impact Assessment von transformationsfördernden FuI-Politiken

Kennzeichnend für Transformationen sind die Verschränkung mehrerer Innovationsarten, aber auch vielfältige Interaktionen mit dem gesellschaftlichen und politischen Umfeld. Die Granularität des Impact Assessments können nicht mehr einzelne Innovationen sein, sondern das betrachtete System. Gleichzeitig müssen die ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgewirkungen der Transformation erfasst werden, die ihrerseits wiederum auf die Diskussion über politische Maßnahmen zur Unterstützung der Transformation rückwirken. Damit nimmt auch die

Anzahl an kausalen Faktoren zu, die auf die Innovation Einfluss nehmen, und die Komplexität des Impact Assessments steigt an.

Die zunehmende Komplexität stellt eine Herausforderung für die Wirkungsabschätzung von Transformationen dar. Denn mit der zunehmenden Zahl von Subsystemen, die Veränderungen unterworfen sind, reduziert sich auch die Anzahl invarianter Rahmenannahmen, wie sie zum Beispiel beim Strategic Sustainability Impact Assessment getroffen werden. Damit verbunden, verlieren die aus der Kalibrierung der Modelle aus Vergangenheitsdaten gewonnenen funktionalen Zusammenhänge auch an Aussagekraft für die Abschätzung der zukünftigen Wirkungen von Nachhaltigkeitstransformationen. Absehbar ist, dass es in verstärktem Ausmaß erforderlich sein wird, qualitative Zukunftsentwürfe aus Foresight-Prozessen im Methodenmix mit den stärker quantitativen Ansätzen des Strategic Sustainability Impact Assessment zusammenzubringen.

Bei der Analyse der Wirkungen von Transformationen müssen zahlreiche Interdependenzen berücksichtigt werden, die direkt und indirekt, teilweise sofort, teilweise mit erheblicher zeitlicher Verzögerung stattfinden. Diese Komplexität stellt eine zusätzliche Herausforderung für die Wissenschaftler*innen dar, die alle Auswirkungen im Auge behalten müssen, die sich aus den unterschiedlichen Triebkräften des Wandels ergeben können. Zur Unterstützung dieser Analysen wird daher zunehmend eine systemdynamische Modellierung der Veränderungsprozesse vorgeschlagen. Sie ist weniger auf die Gewinnung quantitativer Größen gerichtet, sondern auf die Gewinnung von Aussagen über das Systemverhalten bei Transformationen (Köhler et al. 2018). Zentral für derartige Modelle an der Schnittstelle von Complexity Science und Transformation ist die Flexibilität, quantitative Analysen mit qualitativen Fallstudien integrieren und nicht lineare Rückkopplungen berücksichtigen zu können (Köhler et al. 2018). Aus diesen Gründen wird gerade die Anwendung von System Dynamics auch für Innovations- und Transformationsanalysen vorgeschlagen (Papachristos 2019; Maldonado/Grobelaar 2019).

Bereits Abschnitt 2.4 verdeutlichte am Beispiel der Evaluierung von FONA den erheblichen Bedarf an weiterer Methodenentwicklung zum Impact Assessment von Forschungsprogrammen. Die erhöhte Komplexität und Granularität von Transformationen vergrößert die damit verbundenen Herausforderungen noch mehr. Im Kontext der Diskussion um die Impact-Assessment-Strategie von Horizon Europe hat die Diskussion um die anzustrebende Granularität auch zur Unterscheidung in Pathways to Impact und Key Impact Pathways geführt (Bruno/Kadunc 2019). Dabei kommt den Key Impact Pathways die Aufgabe zu, für jede wichtige Wirkungsdimension die Auswirkungen aus einer kurz-, mittel- und langfristigen Perspektive zu bewerten. Zur Messung der Auswirkungen für den Key Impact »Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum« wird die Verwendung makroökonometrischer Modelle vorgeschlagen. Für den Key Impact »Delivering

Impact and Benefits Through R&I Missions« sieht das Konzept vor, kurz- bzw. mittelfristig den Output und den Outcome der für die Mission relevanten Forschung zu bestimmen. Als langfristiger Impact sollen dann die mit Forschung erreichten Missionsziele erfasst werden (vergleiche Taylor 2022). Wie eine Lösung zur Ex-ante-Messung dieser langfristigen Perspektive gefunden werden soll, ist im EU-Konzept allerdings noch offen. Insgesamt erscheint der Bezugsrahmen aber noch immer zu sehr auf lineare Annahmen und Projektionen einzelner Forschungsergebnisse ausgerichtet zu sein, anstatt die Wirkung im Kontext einer Transformation und den damit ausgelösten dynamischen Wandel sozialer und wirtschaftlicher Praktiken zu untersuchen.

Insgesamt wird aus dem bisherigen State of the Art die Erforderlichkeit eines neuen Ansatzes für das Impact Assessment von FuI-Politiken zur Förderung von Nachhaltigkeitstransformationen deutlich. Er muss die gesamte Kette von Forschung mit der Generierung von neuen Lösungen bis hin zu den Nachhaltigkeitswirkungen der Transformation umfassen. Gleichzeitig ist die höhere Komplexität der Interaktion mit zahlreicheren Subsystemen zu bewältigen. Hierzu sind fünf Herausforderungen anzugehen:

- Der Impact kann nicht einem einzigen Faktor zugeschrieben werden (Attributionsproblematik). Denn damit es sowohl zu einer erfolgreichen FuI-Politik als auch einer breiten Diffusion des Forschungsoutputs und entsprechender Wirkung auf der Makroebene kommt, müssen zahlreiche (Gelingens-)Bedingungen vorliegen. Die vorigen Abschnitte verdeutlichen, dass gerade bei Nachhaltigkeitstransformationen normative Vorstellungen und die vom Staat eingenommenen Rollen ebenfalls zentrale Triebkräfte des Wandels darstellen. Damit steigt zugleich die Zahl der Gelingensbedingungen und der zu betrachtenden Systeme an.
- Die Impacts treten mit erheblichem Zeitverzug auf und können daher nicht ex post aus einem Monitoring extrahiert werden (Ex-ante-Problematik). Dies erfordert das Anknüpfen an den State of the Art zukunftsbezogener Assessments.
- Im Vergleich zur Analyse einzelner Innovationen erfordert die Komplexität grundlegender Transformationen ganzer Sektoren eine Steigerung der Granularität. Andererseits liegen empirische Ergebnisse aus begleitenden Ex-post-Wirkungsanalysen der FuI-Politiken eher auf der Mikroebene vor. Damit wird die Etablierung einer Mikro-Makro-Brücke erforderlich.
- Zunehmende Interaktionen innerhalb und zwischen unterschiedlichen Forschungsaktivitäten, aber auch mit den weiteren Funktionen im Innovationssystem und den gesellschaftlichen Subsystemen verstärken die Nichtlinearitäten in der Wirkung.

– Die Plausibilität der Ex-ante-Impact-Assessments kann nicht auf die gleiche empirische Evidenz zurückgreifen wie eine Ex-post-Abschätzung. Umso mehr betont die Literatur unter dem Schlagwort Theory of Change (ToC) die Bedeutung einer Anlehnung der empirischen Arbeiten an konsistente konzeptionelle Überlegungen. Unterschieden wird zwischen narrativer bzw. »overview ToC« und »nested ToC« (Mayne 2017). Während eine »overview ToC« die »steps along the way to impact« (Mayne 2019: 178) charakterisiert, expliziert die »nested ToC« den einzelnen kausalen Link, den die Intervention aktiviert.

Ein Erfolg versprechender Ansatz für ein derartiges Impact Assessment könnte aus drei Bestandteilen bestehen (vergleiche Abbildung 2): Erstens einer Verbindung von erprobten Verfahren der Wirkungsmessung mit methodischen Weiterentwicklungen zur Etablierung eines Monitoring-Konzeptes, das die kurz- bis mittelfristigen Wirkungen von Maßnahmen der FuI-Politik erfasst. Zweitens in der Verbindung dieses Wirkungs-Monitorings mit zukunftsbezogenem Wissen in Form von Kontext- und Wirkungsszenarien zur Abschätzung des langfristigen Beitrags der Forschung. Drittens in der systematischen Interaktion mit den zentralen Stakeholdern der Nachhaltigkeitsstrategien. Sie erschließt »strategische Intelligenz«, die sowohl in die Ausgestaltung der Wirkungsszenarien einfließt als auch durch Identifikation bestehender Bottlenecks auf der strategischen Ebene des Innovationssystems wichtige Impulse zur Weiterentwicklung der FuI-Politik erbringt.

Ein derart aufeinander aufbauendes Konzept bildet einerseits die traditionelle IOOI-Wirkungskette ab, andererseits erfolgt mit jedem Bestandteil eine Zunahme der Granularität und des Zukunftsbezugs (vergleiche Abbildung 3). Hinsichtlich der konzeptionellen Fundierung haben die obigen Ausführungen die Besonderheiten der Triebkräfte des Wandels in SIS sowie die Bedeutung von TIS- und MLP-Ansätzen zur Erklärung des Wandels aufgezeigt. Gerade diese Tatbestände müssen sich auch in einer »overview ToC« widerspiegeln. Von daher bietet es sich an, die TIS- und MLP-Ansätze auch im Sinne einer »overview ToC« beim Impact Assessment von FuI-Politiken zur Förderung von Nachhaltigkeitstransformationen heranzuziehen. Der Output und Outcome der Forschung wirkt direkt auf die Innovationssystemfunktion »generation of knowledge«. In Abhängigkeit der Fördermaßnahmen, zum Beispiel hinsichtlich Transferaktivitäten oder Einbezug industrieller Forschungspartner, kann sich auch eine Ankopplung an die Funktionen »diffusion of new knowledge« oder »entrepreneurial experimentation« ergeben. Mit den TIS- und MLP-Ansätzen können auch weitere zentrale Gelingensbedingungen konzeptionell erfasst werden, die zur Entfaltung der Transformation erforderlich sind. Damit können sie zugleich als konzeptionelles Verbindungsglied zwischen der stärker nur die Forschungsoutputs und -outcomes betrachtenden Ebene

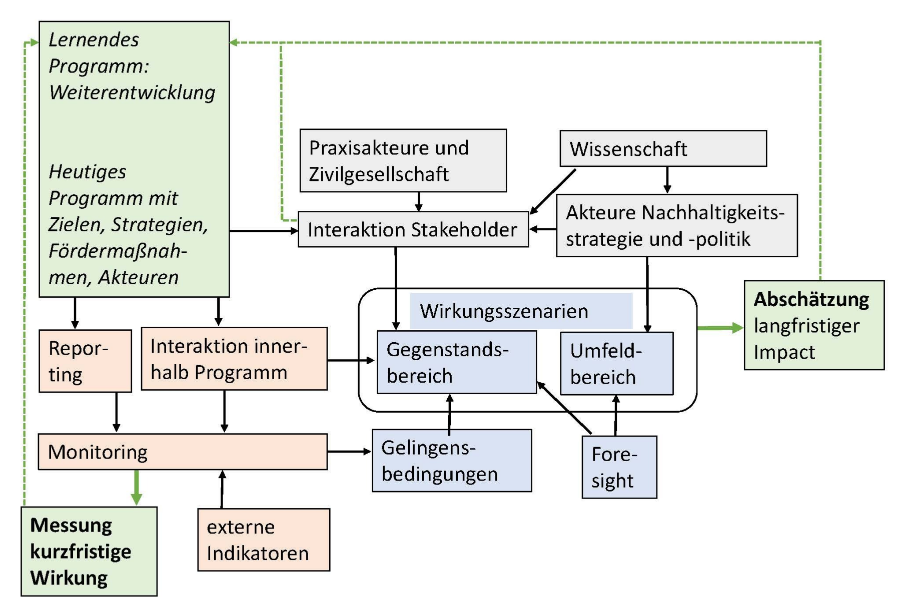


Abb. 2: Konzept für die methodische Weiterentwicklung eines Ex-ante-Impact-Assessments für ein Forschungsprogramm zur Förderung von Nachhaltigkeitstransformationen
Quelle: eigene Darstellung

des Monitorings und den – durch weitere kausale Faktoren bestimmten – Transformationsbedingungen sowie den daraus folgenden Impacts wirken. Schließlich sind der TIS- und der MLP-Ansatz in besonderer Weise geeignet, auch Rückkopplungen zwischen den Elementen und damit Nichtlinearitäten zu erklären.

Im Bereich des Monitorings könnte die Theory of Productive Interaction die Rolle einer »nested theory« übernehmen, die den Link der – durch Forschungspolitik unterstützten – Forschungsaktivitäten auf den Output und Outcome der Forschung erklärt. Die Theory of Productive Interaction knüpft also aus einer Bottom-up-Sicht an den Forschungsaktivitäten und ihren Akteuren an und betont die Bedeutung von drei Ebenen: »direct interaction« (persönlicher Austausch), »mediated interaction« (über Artefakte geleisteter Austausch) sowie »financial interaction« (Saapen/van Droge 2011). Eine Ausrichtung des Monitorings an diesen Ebenen würde es ermöglichen, zielgerichtete empirische Evidenz für das Vorliegen von Gelingensbedingungen für die Erzielung eines Outputs bzw. Outcomes von Forschung bereitzustellen. Mit neuen Ansätzen zur automatisierten Erschließung von Informationen wie zum Beispiel Webscraping könnte hier die empirische Evidenz zu »mediated interaction« weit über das bisher übliche Maß hinaus erweitert werden. Die Ankopplungsfähigkeit dieser Erkenntnisse an die »overview ToC« unterstützt dabei zugleich die Etablierung der erforderlichen Mikro-Makro-Brücke.

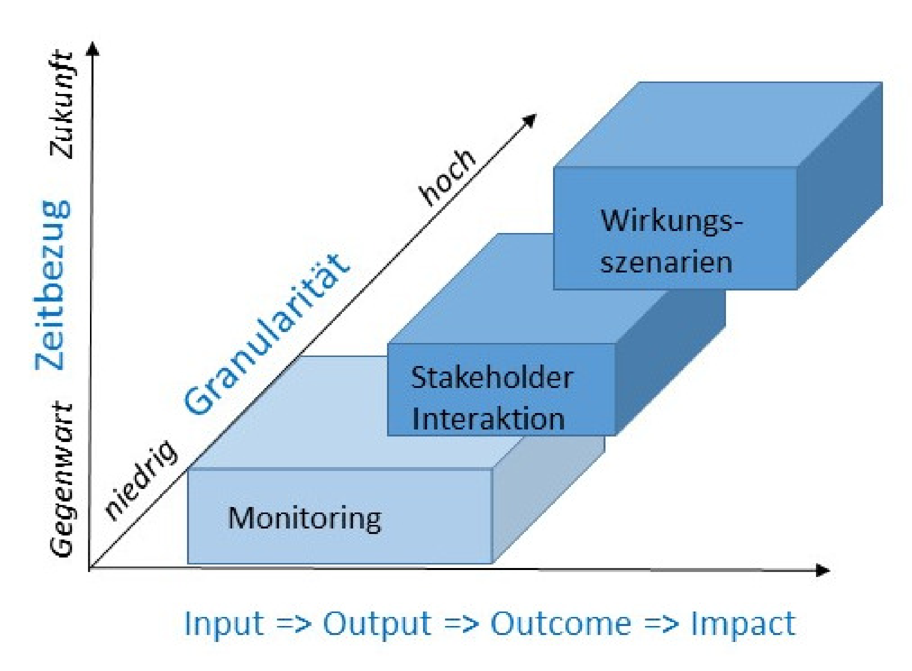


Abb. 3: Mikro-Makro-Brücke aus verschiedenen Elemente bei einem Impact Assessment von FuI-Politiken
Quelle: eigene Darstellung

State of the Art eines Ex-ante-Impact-Assessments von Nachhaltigkeitsstrategien sind Analysen mithilfe von Zukunftsszenarien. Sie bestehen aus Storylines sowie einer Spezifizierung der jeweiligen Annahmen zum Gegenstands- und Umfeldbereich. Die Gestaltung der Storylines kann sich an den narrativen Teil der »overview ToC« anlehnen. Die empirischen Ergebnisse des Monitorings und aus den Interaktionen mit den Stakeholdern tragen zur Bildung von plausiblen Annahmen zum Gegenstandsbereich bei. Längerfristige Trends, die Gegenstand von Foresight-Analysen sind, unterstützen sowohl die Bildung von Annahmen im Gegenstands- wie Umfeldbereich. Daraus resultieren unterschiedliche Wirkungsszenarien, die unterschiedliche denkbare Zukünfte widerspiegeln. Sie liegen auf der gleichen Granularitätsebene wie die in Abschnitt 2.4 thematisierten Szenarien zu Nachhaltigkeitsstrategien. Als weiterer Schritt kann daher die Analyse der Impacts zu den einzelnen Wirkungsszenarien dann mit dem systemanalytischen Instrumentarium des Strategic Sustainability Assessments erfolgen.

Festzuhalten bleibt: Im Kontext einer Nachhaltigkeitstransformation gewinnt ein Ex-ante-Impact-Assessment von FuI-Politiken nochmals an Bedeutung. Um der gestiegenen Komplexität Rechnung zu tragen, sind hierfür neue Formen des Impact Assessments erforderlich. Vorgeschlagen wird die Entwicklung eines An-

satzes, bei dem erweiterte TIS- und MLP-Ansätze die Etablierung einer Mikro-Makro-Brücke unterstützen, in deren Rahmen empirische Evidenz auf der Mikroebene mit den Gelingensbedingungen von Transformationen verknüpft werden. Auf dieser Basis werden Wirkungsszenarien abgebildet, die mit den Methoden des Strategic Sustainability Impact Assessments bezüglich des Impacts weiter analysiert werden. Entscheidend wird es also bei der Weiterentwicklung eines solchen Ansatzes sein, die methodischen Erfahrungen aus der Evaluierung von Forschungspolitik und -programmen mit den Erfahrungen aus Foresight-Prozessen und dem methodischen Instrumentarium des Strategic Sustainability Impact Assessments zusammenzuführen.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Dieser Beitrag behandelt in einem ersten Schritt die Triebkräfte des Wandels für Sustainability Innovation Systems, um dann in einem zweiten Schritt neue Herausforderungen für SIS im Zeitalter von Nachhaltigkeitstransformationen zu betrachten. Dabei konzentriert sich die Analyse im ersten Schritt auf das Herausarbeiten der Spezifika von SIS im Vergleich zu »normalen« Innovationssystemen. Für folgende vier Bereiche haben sich über die Zeit spezifische Unterschiede entwickelt:

- Mit den TIS- und MLP-Ansätzen haben sich spezifische Heuristiken herausgebildet, mit denen vor allem auf ökologische Nachhaltigkeitsprobleme fokussierende Innovationssysteme (SIS) untersucht werden.
- Zwar sind sowohl »normale« als auch »nachhaltige« Innovationssysteme immer durch normative Vorstellungen über die Erwünschtheit von Innovationen geprägt. Aufgrund der inhärenten Direktionalität von nachhaltigen Innovationen ist diese normative Dimension bei den SIS wesentlich offensichtlicher und zugleich auch in den Wirkungsmechanismen der TIS- und MLP-Ansätze als Triebkraft des Wandels selbst inkludiert.
- Die »double regulatory challenge« erfordert bei den SIS eine höhere Intensität staatlicher Maßnahmen zur Generierung von Nachfrage nach den Innovationen. Dies hat zu einem Bedeutungszuwachs von nachfrageseitigen Politikinstrumenten und den sektorspezifischen Ressorts in der FuI-Politik für SIS geführt.
- Die höhere normative Dimension und intensivere staatliche Aktivität erhöhen die Legitimierungsanforderungen und rücken die Impacts sowohl der Nachhaltigkeitsinnovation selbst als auch der sie fördernden FuI-Politik in den Vordergrund. Zunehmend wird es erforderlich, beim Impact Assessment

einer FuI-Politik die betrachtete Wirkungskette von Input über Output und Outcome hin zur Erfassung des Impacts zu erweitern.

In jüngster Zeit verändern sich auch die Ansatzpunkte der FuI-Politik allgemein. Schlagworte wie Missionsorientierung (vergleiche Botthof et al. 2020) signalisieren hier neue Anforderungen. Je stärker diese Anforderungen bei »normalen« Innovationssystemen zum Tragen kommen, desto mehr wird es zu einer Angleichung an die Spezifika von SIS kommen. Bei einer Missionsorientierung der FuI-Politik für »normale« Innovationssysteme betrifft dies vor allem die normative Dimension der damit verbundenen Zielfestlegungen, weniger aber das private Interesse der Nachfragenden an einer Diffusion und damit auch weniger die gesteigerte Rolle von nachfrageseitigen Politikinstrumenten zur Förderung der privaten Nachfrage. Des Weiteren stehen sowohl traditionelle als auch SIS vor quasi querliegenden neuen Herausforderungen. Als Illustration hierfür sei auf die Technologiesouveränität verwiesen (Edler et al. 2020). Ihre Umsetzung erfordert zahlreiche normative Festlegungen, zum Beispiel: Ab wann ist eine Abhängigkeit als kritisch für die Technologiesouveränität zu beurteilen? Für welche Länder gilt dies? Doch auch die Bedeutung der Industriepolitik steigt an. Denn Technologiesouveränität bezieht sich nicht nur auf Kompetenzen bei einzelnen Technologien, sondern ebenso auf den Zugang zu Produktion (Kroll et al. 2022). Damit gewinnt auch die Generierung privater Nachfrage nach einer aus Gründen der Technologiesouveränität aufgebauten, gegebenenfalls teureren heimischen Produktion an Bedeutung. Der Trade-off zwischen Technologiesouveränität und Ausnutzung der kurzfristigen komparativen Kostenvorteile rückt auch die Frage nach den Folgen einer Strategie der Technologiesouveränität auf die heimische Wirtschaft in den Vordergrund und inwiefern dieser Trade-off durch einen hohen Impact der FuI-Politik reduziert werden kann. Dieses Beispiel zeigt, wie Nachhaltigkeits- und Innovationsrationalitäten herausgefordert werden können und wie diese Herausforderungen zugleich einige der Spezifika von SIS betreffen.

In einem zweiten Schritt betrachtet dieser Beitrag Auswirkungen, inwiefern die im ersten Schritt herausgearbeiteten Spezifika durch das sich abzeichnende Zeitalter von Nachhaltigkeitstransformationen beeinflusst werden. Kennzeichnend für Transformationen sind die Verschränkung mehrerer Innovationsarten, aber auch vielfältige Interaktionen mit dem gesellschaftlichen und politischen Umfeld. Mit der zunehmenden Betonung von Nachhaltigkeitstransformationen lassen sich folgende Veränderungen für die vier behandelten Bereiche festhalten:

- Die Analyse mit TIS- und MLP-Ansätzen wird verstärkt die Interaktionen mit weiteren gesellschaftlichen Subsystemen betrachten.
- Die Erwünschtheit von sozialen Innovationen und die Diskussion von Konsumentenverhalten erweitern die Bedeutung der normativen Dimension als

Triebkraft des Wandels nochmals. Andererseits kommt es in diesem Zuge auch zu Entwicklungen, die die Eindeutigkeit der Direktionalität von Innovationen infrage stellen und eine Hinwendung zum Prinzip der Resilienzsteigerung erfordern.

– Neue Anforderungen aus der Nachhaltigkeitstransformation erweitern die Aufgaben des Staates. Andererseits sind die Steuerungsmöglichkeiten limitiert, gerade auch hinsichtlich der bei Transformationen unvermeidbar auftretenden Disruptionen. Die Rolle des Staates wird durch Steuerungsrealismus hinsichtlich der Fähigkeit geprägt sein, eine Mikrosteuerung vorzunehmen. Daher werden unterschiedliche Rollen des Staates die neuen Herausforderungen eher auf einer Makroebene adressieren. Allerdings sind auch hier die Grenzen der Steuerungsfähigkeit zu betrachten, die angesichts der bestehenden Kapazitäten des Staates und vor dem Hintergrund der komplexen Dynamiken bestehen.
– Die Mächtigkeit der mit den Transformationen einhergehenden Veränderungen verstärkt die Erforderlichkeit eines Ex-ante-Impact-Assessments. Um der gestiegenen Komplexität Rechnung zu tragen, sind hierfür methodische Fortschritte erforderlich. Als Lösungsansatz zeichnet es sich ab, methodische Erfahrungen aus der Evaluierung von Forschungspolitik und -programmen mit den Erfahrungen aus Foresight-Prozessen und dem methodischen Instrumentarium des Strategic Sustainability Impact Assessments zusammenzuführen.

Auch in anderen Innovationsfeldern werden grundlegende Transformationen der jeweiligen Systeme thematisiert, zum Beispiel bei der digitalen oder der biologischen Transformation der Produktion. Ähnlich wie bei Nachhaltigkeitstransformationen erweitert sich hier die Analyseebene und die Interaktionen mit weiteren Subsystemen – wie mit der Arbeitswelt in einer »Industrie 4.0« oder der Veränderung von Lebensgewohnheiten bei der Digitalisierung – gewinnen an Bedeutung. Damit einher geht eine Steigerung der Anzahl von normativ geprägten Diskursen über anzustrebende Lebensverhältnisse und den Umgang mit den durch die Transformationen ausgelösten Disruptionen. Die Rollen des Staates werden unter den Bedingungen des Steuerungsrealismus vielfältiger, und die Bedeutung eines Ex-ante-Impact-Assessments nimmt zu. Allerdings bleibt die Rolle der Steigerung privater Nachfragegenerierung geringer. Der grundlegende Unterschied im Vorliegen einer »double regulatory challenge« erweist sich hier einmal mehr als einer der zentralen Unterschiede in den Triebkräften des Wandels zwischen SIS und »normalen« Innovationssystemen.

Die Unterschiede zwischen SIS und »normalen« Innovationssystemen bzw. die durch die Betonung von Nachhaltigkeitstransformationen zu erwartenden Veränderungen haben auch Auswirkungen auf die im Bereich der Innovationsforschung

tätigen Wissenschaftler*innen selbst. Zunehmend müssen unterschiedliche Perspektiven und Forschungsansätze kombiniert und integriert werden. All dies erfordert die Bereitschaft, sich auf eine echte Interdisziplinarität einzulassen, in der bestehende Analysen nicht nur nebeneinandergelegt, sondern Denkmuster integriert, gegebenenfalls aufgebrochen und gemeinsam weiterentwickelt werden. Schließlich benötigt die ansteigende Normativität im Gegenstandsbereich der Analysen auch eingehende Reflexionsprozesse, in denen die jeweiligen Wissenschaftler*innen auch sich selbst bezüglich der eigenen normativen Annahmen zu hinterfragen haben. Veränderungen in den Triebkräften des Wandels von Innovationssystemen gehen letztendlich auch mit einem Wandel im Anforderungsprofil der Wissenschaftler*innen einher und erfordern die Weiterentwicklung persönlicher Kompetenzen.

Literatur

Bayer, P.; Urpelainen, J. (2016): It Is All about Political Incentives: Democracy and the Renewable Feed-in Tariff. In: *Journal of Politics* 78(2), S. 603–619.

Bergek, A.; Hekkert, M.; Jacobsson, S.; Markard, J.; Sandén, B.; Truffer, B. (2015): Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16, S. 51–64. DOI: 10.1016/j.eist.2015.07.003.

Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S.; Rickne, A.(2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. In: *Research Policy* 37(3), S. 407–429. DOI: 10.1016/j.respol.2007.12.003.

Böhringer, C.; Cuntz, A.; Harhoff, D.; Asane-Otoo, E. (2017): The impact of the German feed-in tariff scheme on innovation: Evidence based on patent filings in renewable energy technologies. In: *Energy Economics* 67, S. 545–553. DOI: 10.1016/j.eneco.2017.09.001.

Borrás, S.; Edler, J. (2020): The roles of the state in the Governance of socio-technical system's transformation. In: *Research Policy* 49(5), S. 103971.

Botthof, A.; Edler, J.; Hahn, K.; Hirsch-Kreinsen, H.; Weber, M.; Wessels, J. (2020): Transformation des Innovationssystems: Neue Anforderungen an die Innovationspolitik. Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis Nr. 67. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Bruno, N.; Kadunc, M. (2019): Impact Pathways: Tracking and communicating the impact of the European Framework Programme for research and innovation. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation* (47), S. 62–71.

Bührer, S.; Walz, R.; Seus, S.; Astor, M.; Stehnken, T.; Malik, F. (2020): Evaluation der BMBF-Rahmenprogramme Forschung für die Nachhaltigkeit *FONA 1* (2005–2009) & Forschung für Nachhaltige Entwicklungen *FONA 2* (2010–2014) (FONA. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/2020/BMBF_FONA_Evaluation_Abschlussbericht_2020.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Carlsson, B.; Jacobsson, S.; Holmén, M.; Rickne, A. (2002): Innovation systems: analytical and methodological issues. In: *Research Policy* 31(2), S. 233–245. DOI: 10.1016/S0048-7333(01)00138-X.

Costantini, V.; Crespi, F.; Martini, C.; Pennacchio, L. (2015): Demand-pull and technology-push public support for eco-innovation: The case of the biofuels sector. In: *Research Policy* 44(3), S. 577–595. DOI: 10.1016/j.respol.2014.12.011.

Dewald, U.; Truffer, B. (2011): Market Formation in Technological Innovation Systems – Diffusion of Photovoltaic Applications in Germany. In: *Industry and Innovation* 18(3), S. 285–300. DOI: 10.1080/13662716.2011.561028.

Edler, J. (2016): The impact of policy measures to stimulate private demand for innovation. In: Edler, J.; Cunningham, P.; Gok, A.; Shapira, P. (Hrsg.): Handbook of Innovation Policy Impact. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, S. 318–354.

Edler, J.; Fagerberg, J. (2017): Innovation policy: what, why, and how. In: *Oxford Review of Economic Policy* (33), Nr. 1, S. 2–23.

Edler, J. et al. (2020): Technologiesouveränität. Von der Forderung zum Konzept. Policy Brief Karlsruhe: Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-593501.html, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Edler, J.; Karaulova, M.; Barker, K. (2022). Understanding Conceptual Impact of Scientific Knowledge on Policy: The Role of Policymaking Conditions. In: *Minerva* 60, S. 209–233. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/s11024-022-09459-8, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Enquete-Kommission »Schutz des Menschen und der Umwelt« (1998): Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht, Bundestagsdrucksache 13/11200.

Geels, F.; Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: *Research Policy* 36, S. 399–417.

Geels, F. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1, S. 24–40.

Geels, F. W. (2014): Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. In: *Theory, Culture & Society* 31(5), S. 21–40. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1177/0263276414531627, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Hekkert, M. P.; Suurs, R. A. A.; Negro, S. O.; Kuhlmann, S.; Smits, R. E. H. M. (2007): Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. In: *Technological Forecasting and Social Change* 74(4), S. 413–432. DOI: 10.1016/j.techfore.2006.03.002.

Hekkert, M. P.; Negro, S. O. (2009): Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. In: *Technological Forecasting and Social Change* 76, S. 584–594.

Hess, D. J. (2016): The politics of niche-regime conflicts: Distributed solar energy in the United States. In: Environmental Innovation and Societal Transitions 19, S. 42–50.

Homer-Dixon, T.; Renn, O.; Rockström, J.; Donges, J.; Janzwood, S. (2022): »A call for an international research program on the risk of a global polycrisis.« 2022–3, version 2.0. Cascade Institute. https://cascadeinstitute.org/technical-paper/a-call-for-an-international-research-program-on-the-risk-of-a-global-polycrisis/, zuletzt geprüft am 28.06.2023.

Horbach, J. (2016): Empirical Determinants of Eco-innovation in European Countries using the Community Innovation Survey. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 19, S. 1–14.

Horbach, J.; Rammer, C. (2021): Skills Shortage and Innovation. Industry and Innovation, DOI: 10.1080/13662716.2021.1990021.

Horbach, J.; Rammer, C.; Rennings, K. (2012): Determinants of eco-innovations by type of environmental impact – The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. In: *Ecological Economics* 78 (2012), S. 112–122.

Jacobsson, S.; Bergek, A.; Sandén, B. (2017): Improving the European Commission's analytical base for designing instrument mixes in the energy sector: Market failures versus system weaknesses. In: *Energy Research & Social Science* 33, S. 11–20. DOI: 10.1016/j.erss. 2017.09.009.

Jacobsson, S.; Lauber, V. (2006): The politics and policy of energy system transformation – explaining the German diffusion of renewable energy technology. In: *Energy Policy* 34(3), S. 256–276. DOI: 10.1016/j.enpol.2004.08.029.

Jacobsson, S.; Sandén, B.; Bångens, L. (2004): Transforming the Energy System – the Evolution of the German Technological System for Solar Cells. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 16(1), S. 3–30. DOI: 10.1080/0953732032000199061.

Johnstone, N.; Haščič, I.; Popp, D. (2010): Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts. In: *Environ Resource Econ* 45(1), S. 133–155. DOI: 10.1007/s10640-009-9309-1.

Jordan, A.; Matt, E. (2014): Designing Policies that intentionally stick: policy feedback in a changing climate. In: *Policy Sciences* 47, S. 227–247.

Jungell-Michelsson, J.; Heikkurinen, P. (2022): Sufficiency: A systematic literature review. In: *Ecological Economics* 195 (2022), S. 107380. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107380, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Kern, F. (2015): Engaging with the politics, agency and structures in the technological innovation systems approach. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16, S. 67–69.

Köhler, J.; De Haan, F.; Holtz, G.; Kubeczko, K.; Moallemi, E.; Papachristos, G.; Chappin, E.; (2018): Modelling Sustainability Transitions: An Assessment of Approaches and Challenges. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 21(1), Article 8. 10.18564/jasss. 3629

Kroll, H.; Berghäuser, H.; Blind, K.; Neuhäusler, P.; Scheifele, F.; Thielmann, A.; Wydra, S. (2022): Schlüsseltechnologien. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

Loibl, A.; Marscheider-Weidemann, F.; Ostertag, K.; Rosenberg, S.; Tercero Espinoza, L.; Pfaff, M.; Sartorius, C. (2020): Potenziale und Grenzen der Sekundärrohstoffgewinnung – Ergebnisse der r^4-Begleitforschung. In: *Chemie Ingenieur Technik* 92, S. 414–422. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1002/cite.201900132, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Lundvall, B.-Å.; Johnson, B.; Andersen, E. S.; Dalum, B. (2002): National systems of production, innovation and competence building. In: *Research Policy* 31(2), S. 213–231. DOI: 10.1016/S0048-7333(01)00137-8.

Maier, D.; Maier, A.; Aschilean, I.; Anastasiu, L.; Gavris, O. (2020): The Relationship between Innovation and Sustainability: A Bibliometric Review of the Literature. In: *Sustainability* 12, S. 4083. DOI: 10.3390/su12104083.

Maldonado, M.; Grobelaar, S. (2019): Innovation system policy analysis through system dynamics modelling: A systemic review. In: *Science and Public Policy* 46(1), S. 28–24.

Malerba, F. (2002): Sectoral systems of innovation and production. In: *Research Policy* 31(2), S. 247–264. DOI: 10.1016/S0048-7333(01)00139-1.

Markard, J.; Hekkert, M.; Jacobsson, S. (2015): The technological innovation systems framework: Response to six criticisms. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 16, S. 76–86. DOI: 10.1016/j.eist.2015.07.006.

Mayne, J. (2017): Theory of change analysis: Building robust theories of change. In: *Canadian Journal of Program Evaluation* 32(2), S. 155–173. DOI: 10.3138/cjpe.31122.
Mayne, J. (2019): Revisiting contribution analysis. In: *Canadian Journal of Program Evaluation* 34(2), S. 171–191. DOI: 10.3138/cjpe.68004.
Negro, S. O.; Alkemade, F.; Hekkert, M. P. (2012): Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(6), S. 3836–3846. DOI: 10.1016/j.rser.2012.03.043.
Negro, . O.; Hekkert, M. P. (2008): Explaining the success of emerging technologies by innovation system functioning: the case of biomass digestion in Germany. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 20(4), S. 465–482. DOI: 10.1080/09537320802141437.
Ostertag, K. et al. (2013): Ergebnisse der r²-Begleitforschung: Potenziale von Innovationen in rohstoffintensiven Produktionsprozessen. In: Woidasky, J.; Stier, C. (Hrsg.): Innovative Technologien für Ressourceneffizienz in rohstoffintensiven Produktionsprozessen. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, S. 356–394.
Papachristos, G. (2019): System dynamics modelling and simulation for sociotechnical transitions research. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 31, S. 248–261.
Reichardt, K.; Negro, S. O.; Rogge, K. S.; Hekkert, M. P. (2016): Analyzing interdependencies between policy mixes and technological innovation systems: The case of offshore wind in Germany. In: *Technological Forecasting and Social Change* 106, S. 11–21. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.01.029.
Reichardt, K.; Rogge, K. S.; Negro, S. O. (2017): Unpacking policy processes for addressing systemic problems in technological innovation systems: The case of offshore wind in Germany. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 80, S. 1217–1226. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.280.
Rennings, K. (2000): Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics. In: *Ecological Economics* 32, S. 319–332.
Saapen, J.; van Droge, L. (2011): Introducing ›productive interactions‹ in social impact assessment. In: *Research Evaluation* 20(3), S. 211–218.
Sartorius, C.; Walz, R. (2013): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen des potenziellen Produktivitätsanstiegs der Fördermaßnahme r2. Arbeitspapier im Rahmen des r²-Integrations- und Transferprojektes, Fraunhofer ISI, Karlsruhe 2013.
Schleich, J.; Walz, R.; Ragwitz, M. (2017): Effects of policies on patenting in wind-power technologies. In: *Energy Policy* 108, S. 684–695. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.06.043.
Smith, A.; Raven, R. (2012): What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. In: *Research Policy* 41(6), S. 1025–1036.
Smits, Ruud; Kuhlmann, Stefan (2004): The rise of systemic instruments in innovation policy. In: *IJFIP 1* (1/2), S. 4. DOI: 10.1504/IJFIP. 2004.004621.
Taylor, T. (Hrsg.) (2022): Study to support the monitoring and evaluation of the Framework Programme for research and innovation along Key Impact Pathways. Indicator methodology and metadata handbook. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
Walz, R. (2007): The role of regulation for sustainable infrastructure innovations: the case of wind energy. In: *International Journal of Public Policy* 2, S. 57–88. DOI: 10.1504/IJPP. 2007.012276.
Walz, R. (2022): Ex-ante-Impact-Assessment der ökonomischen und sozialen Wirkungen von Nachhaltigkeitsstrategien: Methodischer Stand, Entwicklungsperspektiven und Implikationen für den politischen Diskurs. In: Weissenberger-Eibl, M. (Hrsg.): Zukunftsnavigator Deutschland. Heidelberg: Springer Gabler Verlag, S. 71–93.

Walz, R. et al. (2019): Ökologische Innovationspolitik in Deutschland. Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 01/2019).

Walz, R.; Bodenheimer, M.; Roth, F. (2022): Zwei Jahre Corona-Pandemie: Lehren für gesellschaftliche Resilienz und die Nachhaltigkeitstransformation. Gutachten des Fraunhofer ISI für den RNE. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung.

Wang, C.; Lv, T.; Cai, R.; Xu, J.; Wang, L. (2022): Bibliometric Analysis of Multi-Level Perspective on Sustainability Transition Research. In: *Sustainability* 14(7), S. 4145. Online verfügbar unter https://doi.org/10.3390/su14074145, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Warnke, P.; Priebe, M.; Veit; S. (2022): Studie zur Institutionalisierung von Strategischer Vorausschau als Prozess und Methode in der deutschen Bundesregierung. Studie des Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/2059788/500a83030 f58becb1cdb55763a73beb4/2022-07-08-studie-strategische-vorausschau-data.pdf?download=1, zuletzt geprüft am 07.06.2023.

Weber, M.; Rohracher, H. (2012): Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change. Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ›failures‹ framework. In: *Research Policy* 41, S. 1037–1047.

Deutsche Innovationspolitik – gefangen im System oder entwicklungsfähig?

Matthias Graf von Kielmansegg

1. Einleitung

Über die deutsche Innovationspolitik wird seit Langem ausgiebig in Wissenschaft und Fachpolitik gestritten. Erfolgte der Blick bisher nach innen, erschien das Glas meist halb voll, erfolgte er im Vergleich mit anderen, eher halb leer. Insgesamt wurde und wird Deutschland als ein Land wahrgenommen, dass sich im Geleitzug der europäischen Modernisierung und Anpassung bewegt.

Mit nüchternem Blick auf die Größe der Herausforderungen wird man allerdings zunehmend sagen müssen: Die Innovationspolitik in Deutschland steht nicht still, aber sie tritt auf der Stelle. Was vor dem 24. Februar 2022 als schrittweise, kontinuierliche Optimierung erscheinen konnte, wird nun, unter dem grellen Licht der Zeitenwende, als zu zaghaft, zu wenig strategisch nutzbringend und zu ineffizient wahrgenommen.

Die öffentlichen Haushalte wenden alles in allem beachtliche Summen auf. Mit 3,14 Prozent des Bruttoinlandsproduktes, die für Forschung und Entwicklung ausgegeben werden (Wert für 2021; 2019: 3,17 Prozent; vergleiche Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2023), steht die deutsche Volkswirtschaft im internationalen Vergleich nicht schlecht da. Das gilt auch angesichts einer – dem ersten Anschein nach pandemiebedingten – Stagnation der Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) in den letzten Jahren. Unübersehbar sind aber die Komponenten, die einen weiteren Anstieg unabhängig vom guten Willen der Akteure[1] immer stärker abbremsen: die nachlassende Absorptionsfähigkeit des existierenden Forschungssystem, zu wenig verfügbares qualifiziertes FuE-Personal und eine zu schwache Investitionskraft in wichtigen, FuE-intensiven Sektoren der deutschen Wirtschaft.

---

1 Der Autor dieses Beitrags folgt hinsichtlich geschlechtergerechter Formulierungen den Empfehlungen des Rats für deutsche Rechtschreibung.

Die Anzahl und Varietät der verschiedenen Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene zeigen eine fortgesetzte Aktivität der Politik an. Die europäischen Mittel ergänzen dies, teilweise mit verstärkender, teils fragmentierender Wirkung. Das Erfordernis der Kofinanzierung ist für konsumorientierte Leistungsgesetze und Infrastrukturen mit hohem Betriebsaufwand ein hilfreiches, weil disziplinierendes Instrument. Für Innovationszwecke darf man es ein zweischneidiges Schwert nennen. Bei einer Gesamtschau ist zu erkennen, dass sich die Programmvielfalt reziprok zur finanziellen Ausstattung und strukturbildenden Durchschlagskraft entwickelt. Mit anderen Worten: mehr, kleiner und diskretionärer.

Die institutionell geförderten Forschungsgemeinschaften arbeiten nach Kräften und mit beständig ansteigenden Mitteln – in ihren vorgeprägten Bahnen. Das soll nicht heißen, dass diese Großorganisationen nicht auf die großen ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderungen reagieren und bereit sind, die Impulse der Politik aufzunehmen. Aber der Grad der in den existierenden Strukturen gebundenen und Fortfinanzierungszwänge auslösenden Ressourcen ist hoch. Wirklich Neues wird meist nur angegangen, wenn es dafür zusätzliche Mittel gibt. Das Zusammenführen der verschiedenen Stärken erfolgt durch Absichtserklärungen und Abstimmungsrunden, nicht durch gemeinsame – oder noch besser: gemeinsam besetzte, aber gegenüber den Entsendeorganisationen ausreichend eigenständige Entscheidungsgremien.

Und die akademischen Säulen, auf denen das deutsche Wissenschaftssystem seit Humboldt wesentlich ruht, die deutschen Universitäten, kämpfen einen ununterbrochenen, inzwischen in die Jahrzehnte gehenden Kampf mit den Lasten der Lehre, der Hochschulbürokratie und der äußerst geringen strategischen Steuerungsfähigkeit auf Universitätsebene. Ihre Forschungsleistungen sind in vielen Fachbereichen trotz aller Hemmschuhe beeindruckend. Viele Hochschulwissenschaftler sind um die Kommunikation ihrer Forschungsarbeiten in die Gesellschaft hinein bemüht, organisieren Formate des Austauschs und knüpfen Netzwerke und Partnerschaften mit Akteuren außerhalb der akademischen Welt. Aber als gelungene Beispiele für einen nachhaltigen, weitreichenden, ökonomisch wirksamen Transfer über viele Fachbereiche hinweg kann nur eine Minderheit der Hochschulen gezählt werden.

Die nachfolgenden Überlegungen sollen einen Beitrag dazu leisten, dass das deutsche Innovationssystem wieder in die Vorhand kommt. Sie konzentrieren sich auf die Bereiche, in denen es in besonderer Weise auf ein funktionierendes Zusammenspiel von Innovatoren und staatlichen Handlungsebenen ankommt. Nach einem Blick auf Stärken und Schwächen der einzelnen Innovationssektoren im Sinne von Akteursgruppen untersucht der Beitrag einige zentrale innovationspolitische

Instrumente auf ihre Wirkungsmacht für die Zukunft und entwickelt daraus zehn Vorschläge für eine neue Qualität der bundesdeutschen Innovationspolitik.

2. Innovationssektoren

2.1 Wirtschaft

Im Unternehmenssektor ist die Innovationskraft der großen Unternehmen einschließlich der international führenden mittelständischen Unternehmen, der *hidden champions*, weiterhin stark und international leistungsfähig. Sie ist allerdings wesentlich abhängig von weltweit offenen Märkten und diese Abhängigkeit ist in den letzten zwei Jahrzehnten noch gewachsen. Das ist am Bedeutungszuwachs des chinesischen Marktes beispielhaft zu erkennen. Die Unternehmen haben die Chancen der Globalisierung seit dem Ende des Kalten Krieges und der Öffnung Chinas durchaus genutzt. Anders wäre der langfristige Wachstumskurs Deutschlands trotz massiver Krisenschocks wie dem Bankenkrach, der Eurokrise oder der Coronapandemie nicht zu erklären.

Allerdings haben die Unternehmen in diesem Prozess wenig auf die Risiken der Globalisierung geachtet, die es unweigerlich auch immer gibt und die ebenfalls zugenommen haben. Die strategische Diversifizierung der Absatzmärkte, der Aufbau resilienter Lieferketten und technologische Wehrhaftigkeit haben eher eine untergeordnete Rolle gespielt. Die zunehmenden internationalen Restriktionen führen nun teilweise zu einer Neuorientierung innovativer Wertschöpfungsketten. Darauf schnell und klug zu reagieren, wird wesentlich darüber entscheiden, ob deutsche und europäische Unternehmen auf dem Fahrer- oder nur dem Beifahrersitz ihren Platz finden werden.

Die Politik hat darauf unter anderem mit klassischer Handelspolitik auf europäischer Ebene und einer Schärfung des Instrumentariums zur Abwehr unliebsamer Unternehmensübernahmen auf nationaler Ebene reagiert. Auf einer weiteren Handlungsebene hat die Politik versucht, über mehr oder weniger institutionalisierte Dialoge zu strategischen Verabredungen mit der Wirtschaft zu kommen, zum Beispiel zur Elektromobilität, zum maschinellen Lernen oder über den sogenannten Digitalgipfel zu den Digitalisierungstechnologien und -geschäftsmodellen. Dies entspricht der dialog- und verhandlungsorientierten Kultur in der Wirtschaftspolitik und ist ein im Prinzip sinnvoller Ansatz. Allerdings haben diese Formate ihre Agenda nicht sehr konsequent auf die harten innovationspolitischen Entscheidungsbedarfe hingesteuert: Welche Technologien sollten am deutschen Standort beherrscht werden? Welche Rohstoffe der Zukunft sind wo und wie zu sichern? Welche konkreten Datenaggregierungen sind dringend

rechtlich zu ermöglichen? Dies war alles Thema, aber echte konzertierte Aktionen sind nur in einigen Bereichen wie zum Beispiel der Schaffung des International Data Space entstanden.

In weiterem Zusammenhang sind auch die Vorhaben der Freihandelszonen mit wichtigen internationalen Partnerregionen zu nennen. Hier ist bisher viel weniger gelungen als erforderlich wäre. Das Scheitern von TTIP mit den USA und die endlose Hängepartei bei CETA mit Kanada sind nicht nur Menetekel, weil solche Abkommen, rechtzeitig beschlossen, wichtige Elemente für die Sicherung offener Märkte sein können. Die misslungenen bzw. lange verzögerten Ratifizierungen haben zudem auch innovationspolitische Implikationen, sie bremsen sowohl die kooperative Weiterentwicklung als auch Verbreitung von Innovationen made in Europe. Es ist gerade aus Sicht staatlicher Forschungs- und Innovationsförderung misslich, wenn einerseits die Politik mit erheblichen Mitteln die Entwicklung neuer Produktions- und Dienstleistungsangebote unterstützt und dann die Wege zu ihrer Vermarktung selber zustellt. Dies ist allerdings, das muss man deutlich sagen, im Bereich der Handelspolitik nicht ein systemisches Problem, sondern dem politischen Dissens über die Bedeutung marktwirtschaftlicher Freiheiten für Wohlstand und ökonomische Wettbewerbsfähigkeit geschuldet. Aus innovationspolitischer Sicht noch wichtiger aber ist, dass die strategischen Verabredungen zwischen Politik und Wirtschaft zur Abdeckung wichtiger technologischer Schlüsseltechnologien zwar durchaus vorhanden sind, aber nur einen recht mäßigen Grad an Konsistenz und stringenter Umsetzung erreichen.

Im Vergleich zur innovativen Performanz der *hidden champions* beobachten wir seit Längerem eine stagnierende, teilweise auch nachlassende Innovationskraft der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) (Rammer et al. 2022: 5–7) – wobei hier die Analysen sich teils auf die EU-Definition (bis zu 250 Mitarbeitende), teilweise auf eine großzügigere Definition in deutschen Förderprogrammen beziehen (bis zu 500 Mitarbeitende). Dieser Trend hält schon seit über zehn Jahren an und hat sich bisher nicht umkehren lassen. Es ist daher auch unwahrscheinlich, dass er den Auswirkungen einzelnen ökonomischer Krisen und Verknappungslagen zuzuschreiben ist. Natürlich gibt es auch hier interessante und herausragende Innovatoren. Aber es ist doch zu beobachten, dass die Durchdringung von Schlüsseltechnologien und Schlüsselqualifikationen als eine zentrale Innovationsvoraussetzung in der Breite des Mittelstands nur schrittweise und langsam geschieht. Aus den Beratungsgremien der Bundesregierung wird dazu rückgemeldet, dass dies unter anderem einer auf Stabilität orientierten Betriebskultur, der Sorge des Managements vor einem unzureichenden Fachkräftereservoir, dem Sicherheitsdenken der kreditgebenden Finanzinstitute und einer entmutigenden Bürokratielast geschuldet ist (zur Bedeutung des kulturellen Faktors: Jackwerth et al. 2022). In welchem Umfang die einzelnen Faktoren wirken, ist

schwer präzise zu ermitteln. Aber in ihrer Gesamtheit bündeln sie sich zu einem systemischen Problem für viele KMU. Hinzu tritt ein grundsätzliches Problem in der deutschen Volkswirtschaft: Deutsche Unternehmen mit Innovationsanspruch weisen im internationalen Vergleich häufig zu geringe Gewinnmargen für ihr inhärentes Innovationsrisiko auf. Und die Dauer bis zum Erreichen eines positiven *return on investment* wird als lange und mit relativ großen Unsicherheiten behaftet eingeschätzt. Für kontinentaleuropäische Maßstäbe muss das gar nicht unterdurchschnittlich sein. Aber für internationales Engagement suchende Anleger in dieser Kategorie ist der Maßstab ein höherer. Die Folge ist eine recht geringe Attraktivität für internationales Wagniskapital. Das lässt sich aus der Einschätzung vieler Risikokapitalgeber, aber auch an den zwar wachsenden, aber immer noch sehr schwachen Quantitäten ablesen.[2]

Die Bundespolitik hat im Laufe der letzten Jahre begonnen, darauf zu reagieren. Neben den schon länger vorhandenen Förderinstrumenten wie dem »High-Tech Gründerfonds« oder Coparion ist derzeit der Aufbau eines sogenannten Zukunftsfonds bei der KfW im Gange, der bis zu zehn Milliarden Euro umfassen soll. Bemerkenswert ist, dass zwischen der Erkenntnis des Rückstandes, regelmäßig angemahnt unter anderem in den Berichten der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) und dem verbalen Bekenntnis der Bundesregierung, dies ändern zu wollen, zum Beispiel in ihren Hightech-Strategien, bis zum Beschluss des Zukunftsfonds mehr als sechs Jahre vergingen und der tatsächliche Start weitere zwei Jahre benötigte.

Insgesamt müssen zwei strukturelle Schwächen konstatiert werden: Die staatliche Unterstützung geschieht nur langsam und zögerlich im Aufbau und aus ordnungs- und fiskalpolitischen Bedenken ohne Mut zur Schwerpunktbildung. Nicht minder bedeutsam ist die Tatsache, dass staatliche Anreize schon mit Blick auf ihr verfügbares Finanzvolumen, aber auch von den haushaltsrechtlichen Vorgaben her nie Ersatz für fehlendes privates Investment sein, sondern immer nur jenes private Wagniskapital incentivieren können (und sollen), dessen Geber im Grundsatz aus eigenem Antrieb bereit sind, sich zu engagieren.

Aus diesem Grund wird auch immer wieder über die entsprechenden steuerlichen Rahmenbedingungen diskutiert. Allerdings kennzeichnet die deutsche Steuerpolitik seit Längerem, dass sie nur begrenzt auf Wachstum und Innovation ausgerichtet ist. Ihr Hauptziel besteht in der Einnahmesicherung bei Vermeidung zu großer Wettbewerbsnachteile. Wirklich ambitionierte Ansätze, neue Wachstums- und Innovationskräfte durch steuerliche Anreize freizusetzen, haben es weiterhin sehr schwer, sich in der deutschen Steuerverwaltung und steuer-

2 Deutschland 0,058 Prozent BIP in 2020; Frankreich 0,089Prozent; Finnland 0,208 Prozent; USA 0,635 Prozent (BMBF 2022).

politischen Fach-Community durchzusetzen. Immerhin, die Einführung der steuerlichen Förderung von FuE in der Legislaturperiode 2017–2021 ist ein solcher Impuls, wenn auch fast der einzige im ganzen letzten Jahrzehnt. Sicherlich ein wichtiges Zeichen, wobei der Umfang von Wirkungstiefe und -breite abzuwarten sind, für eine aussagefähige Evaluierung ist das Instrument noch etwas zu jung.

In einer stark wissensbasierten und hochtechnologischen Volkswirtschaft kommt zwingend der Zahl, Qualität und Ausrichtung der Fachkräfte eine nicht minder bedeutsame Rolle zu. Vor dem Hintergrund kleiner werdender Alterskohorten in der jüngeren Generation führt die Sorge um ausreichenden Nachwuchs wiederholt zu Diskussionen über die Leistungsfähigkeit des deutschen Aus- und Fortbildungssystems. Entgegen mancher »Doomsday-Parolen« kann allerdings noch nicht von einem flächendeckenden Fachkräfteschwund gesprochen werden. Die Beschäftigtenzahlen erreichen seit etlichen Jahren historische Höchstwerte und zeigen, dass durchaus verfügbare Reserven für den Arbeitsmarkt vorhanden sind bzw. aktiviert werden können, nicht nur bei den Nachwuchskräften, die unmittelbar aus der beruflichen oder akademischen Ausbildung kommen. Im MINT-Bereich lassen sich immer noch – langsam – steigende Absolventenzahlen konstatieren. In innovationsrelevanten Berufen gibt es spezifische sektorielle Engpässe, insbesondere im disziplinenübergreifenden IT-Bereich, aber noch keinen allgemeinen Fachkräftemangel. Die größeren Probleme liegen (noch) im Nachwuchs für handwerkliche Berufe und bei dem leider ansteigenden Anteil geringqualifizierter junger Menschen – das allgemeinbildende Schulwesen ist in dieser Hinsicht inzwischen in dramatischem Ausmaß nicht mehr ausreichend leistungsfähig.

Da die Kohortengrößen sich auf Jahrzehnte hin nicht mehr in die alten Größenordnungen der Babyboomer-Generation bewegen werden, wird es entscheidend sein, dass zur Bewältigung der großen Transformationsaufgaben der Weiter- und Umqualifizierung der Beschäftigten selbst eine noch größere Bedeutung zukommt. Bisher hat der Staat sich zurückhaltend gezeigt, in diesen letztlich privatwirtschaftlich geprägten Bereich stark steuernd einzugreifen. Es gibt auch gute Gründe, dass der Staat nicht glauben sollte, die bessere Institution für generelle Qualifizierung entlang der betrieblichen Bedürfnisse zu sein. Bei radikalen Transformationsprozessen stoßen aber einzelunternehmerische und betriebswirtschaftliche Investitionsentscheidungen in die Qualifikation des Personals wiederholt auf Hürden der Umstellungskosten, der unsicheren Ertragsaussichten und der Umstellungsbereitschaft im Strukturwandel. Es wäre daher in der aktuellen Situation zu überlegen, ob nicht hier, vergleichbar zur steuerlichen Förderung für privatwirtschaftliche FuI-Aufwendungen, auch die Aufwendungen der Unternehmen für betriebliche Weiterbildung zusätzlich angereizt werden

könnten – natürlich mit klaren Deckeln und Obergrenzen, um Mitnahmeeffekte zu minimieren.

Es gibt zudem zwei strukturelle Probleme der akademischen Ausbildungsleistung in diesem Bereich, von der sich die staatlichen Governance-Strukturen bei aller ordnungspolitischen Grundsatztreue nicht freizeichnen können: Erstens sind die innovationspolitische Steuerungsfähigkeit und Schwerpunktbildung hinsichtlich des Outputs an für die großen Transformationsaufgaben fachlich benötigten Hochschulabsolventen sehr gering. Systemisch gesehen ist er fast gar nicht vorhanden. Die Hochschulverträge der Länder und die gemeinsamen Förderinstrumente von Bund und Ländern wie der Hochschulpakt, in seiner Verlängerung »Zukunftsvertrag Lehre und Studium stärken« genannt, erheben diesen Anspruch kaum und besitzen dafür auch nicht die erforderlichen Steuerungsinstrumente. Sie dienen letztlich der Grundfinanzierung von Studium und Lehre. Denkbar wäre, hier einen gewissen Finanzanteil konsequenter für die Schaffung von Transformationsqualifikationen zu reservieren und gerade auch den Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) dabei eine wichtige Rolle zuzusprechen. Aber das ist bisher im Interessengeflecht von Ländern und Bund nicht durchsetzbar gewesen. Zu schwergewichtig scheint die – empfundene oder tatsächliche – Not der Hochschulen, die hohen Studierendenzahlen erst einmal mit allgemein ausreichender Lehrqualität zu bewältigen.

Und zum Zweiten wird die wünschenswerte stärkere Innovationskultur unter den Hochschulabsolvierenden viel zu wenig in der akademischen Ausbildung transportiert. Es gibt lobenswerte Ansätze auf Bundesebene wie das YES-Programm (Young Entrepreneurs in Science), sie warten aber weiterhin darauf, stärker in den Bereich der Promovenden oder gar der Master-Studierenden eingeführt und quantitativ zu einem flächendeckenden Angebot in der deutschen Hochschullandschaft weiterentwickelt zu werden. Die Erhebungen zu den Berufswünschen der jungen Generation zeigen, dass Sicherheit und feste Bahnen eine sehr große Rolle spielen (Albert et al. 2019). Um von dieser mentalen Ausgangslage zu einer Stärkung von wagnisbereiten und unternehmerischen Berufsplänen zu kommen, sollten entsprechende Angebote und Inhalte während der akademischen Ausbildung ein fester Bestandteil jedes Hochschulprofils sein.

In der modernen digitalen Wissensgesellschaft tritt ein weiterer Faktor als echter Gamechanger zunehmend in den Mittelpunkt: der Aufbau und die Nutzung von innovationsbezogenen Datenbeständen. Die diesbezüglichen Datenstrukturen in Deutschland – öffentlich wie privatwirtschaftlich wie wissenschaftlich – sind vielfach noch zu klein oder zu sektoriell oder für weitere Nutzungszwecke zu verschlossen. Forschungs- und unternehmensübergreifende Datennetzwerke und Datenräume wie der Industrial Data Space sind wichtige Aufbauprojekte für digi-

tale Infrastruktur und Kompatibilität, aber lösen das Problem der Datensubstanz für eine Teilhabe am globalen Innovationswettbewerb alleine noch nicht.

In der noch gültigen Datenstrategie der Bundesregierung aus der letzten Legislaturperiode ist versucht worden, aus der durchaus vorhandenen Datenvielfalt auch Datenreichtum im Sinne neuer innovativer Ressourcen werden zu lassen. Dies ist bisher über die ohnehin schon angelaufenen Vorhaben und weitere allgemeine politische Zielsetzungen nicht hinausgekommen. Die Datenpolitik Deutschlands bleibt unter Innovations- und Transformationsgesichtspunkten zu klein dimensioniert. Datenaufbau und Datennutzung sind zu großen regulatorischen Restriktionen unterworfen, um in Schlüsselbereichen an der Spitze von Innovation und Wettbewerbsfähigkeit zu bleiben.

Um es noch deutlicher zu sagen: Der deutsche Datenschutz ist im Regulierungsniveau wie in der Handhabung und Governance ein Innovationshemmnis erster Klasse. Dies führt ja nicht dazu, dass Innovationen unterbleiben. Es führt nur dazu, dass sie außerhalb von Deutschland oder auch Europa entstehen und die entsprechenden datenbasierten Produkte und Dienstleistungen, wenn sie optimiert sind, am Ende doch von den Nutzenden in Deutschland erworben werden, aber dann mit einem Datendesign, bei dem wir es nicht mehr in der Hand haben, ob es den Grundprinzipien unseres Schutz- und Selbstbestimmungsinteresses – individuell wie gesamtstaatlich – entspricht. Deshalb ist es gerade auch unter datenethischen Gesichtspunkten erforderlich, dass wir handlungsfähiges Subjekt bleiben. Die Verfügbarkeit von Daten ist immer auch eine Machtfrage. Datenpolitische Gestaltungsmacht geht daher mit datenbasierter ökonomischer Macht zwingend einher. Das anzuerkennen und nicht aus Angst vor etwaigen unerwünschten Datenverwendungen in einen Zustand der Wirkohnmächtigkeit hineinzutreiben, ist gerade auch unter Innovationsgesichtspunkten entscheidend für die Zukunft unseres Gemeinwesens.

2.2 Außeruniversitäre Forschung

Zu einem starken Innovationssystem gehört ohne jeden Zweifel ein starker Forschungssektor, den es ohne massive und verlässliche öffentliche Finanzierung nicht geben kann. Grundlagenorientierung und Transferorientierung sind dabei zwei Seiten der gleichen Medaille, das eine ohne das andere ist wenig wert.

Deutschland kann sich in dieser Hinsicht glücklich schätzen, insgesamt sehr leistungsfähige, breit aufgestellte außeruniversitäre Forschungsorganisationen (AUF) in einer erprobten Arbeitsteilung zu besitzen. Sie bringen verlässlich internationale Exzellenz in vielen Forschungsfeldern hervor. Für das Innovationsgeschehen ist dies ohne Zweifel ein zentrales Kräftereservoir, um das wir

übrigens auch von den allermeisten anderen Ländern beneidet werden. Insofern sollte an der gewachsenen Struktur grundsätzlich festgehalten werden. Wie in jedem komplexen System bringen strukturell begründete Vorzüge allerdings fast zwangsläufig auch immanente Schwächen an anderer Stelle mit sich.

Im außeruniversitären Bereich bedeutet die unterschiedliche Profilbildung der Forschungsorganisationen, die ja mit deren Binnenordnung und den jeweiligen Finanzierungswegen korrespondiert, eine Tendenz zur Versäulung. Es gibt insgesamt zu wenig Instrumente der Kräftekonzentration über die Organisationsgrenzen hinweg. Wesentlich dabei ist, dass die zentralen Finanzierungsvereinbarungen wie der Pakt für Forschung und Innovation auf langjährigen, kontinuierlichen Zuwachs ausgerichtet sind, ohne größere wettbewerbliche Elemente oder zusätzliche Leistungs- und Effizienzanreize zu enthalten.

Die Langfristigkeit des Mittelaufwuchses ist einerseits eine auch im internationalen Vergleich überaus beachtliche Leistung der Forschungspolitik. Andererseits muss jede neue inhaltliche oder strukturelle Schwerpunkt- und Profilbildung über zusätzliche Mittel getriggert werden. Der regelhafte Roadmap-Prozess von Forschungsorganisationen und Forschungspolitik zur Abstimmung beim Ausbau der Forschungsinfrastrukturen kann eine echte Schwerpunktverschiebung nur unzureichend leisten. Da aber neue Mittel in den kommenden Jahren nur begrenzt vorhanden sein werden, droht eine strategische Unterflexibilität. Die vorhandenen Schienen werden weiter befahren, mit dem einmal gesetzten Tempo und Ressourcenansatz. Symptomatisch war in diesem Zusammenhang die Entwicklung bei den Selbstbewirtschaftungsmitteln der Forschungsorganisationen, die über Jahre hinweg in einem Maße aufgehäuft und verspätet oder gar nicht ausgegeben wurden, das deutlich jenseits des insbesondere für Bauvorhaben Erforderlichen lag. Der Haushaltsausschuss des Bundestags als wichtigste Freigabeinstanz der parlamentarischen Budgetkontrolle warnte mehrfach und griff dann schlussendlich zum scharfen Schwert der Haushaltssperren. Dass es so weit kam, ist symptomatisch für ein gewisses Unvermögen der AUF, rechtzeitig auf kritische politische Signale zu reagieren.

Von politischer Seite werden zudem wiederholt die Transfer- und Ausgründungsaktivitäten der Forschungsorganisationen, vor allem der anwendungsnahen unter ihnen, kritisch beleuchtet. Diese Aktivitäten sind Bestandteil der Berichterstattung im Pakt für Innovation und Forschung (PFI), mit dem die außeruniversitären Forschungseinrichtungen ihre langfristige Finanzierung erhalten. Die Veröffentlichungspflicht soll einen sanften Druck auf die Organisationen ausüben, ihre internen Anstrengungen zu erhöhen.

Die Gesamtbilanz der Transfererfolge der großen Forschungsorganisationen und ihrer Einrichtungen nach gut eineinhalb Jahrzehnten der PFI-Förderung kann als gemischt beschrieben werden. Die Anstrengungen haben sich unzwei-

felhaft deutlich erhöht, die klar zuzuordnenden Erfolge auch, aber weniger stark. Dabei muss klar bleiben, dass der Innovationsbeitrag der außeruniversitären Forschungseinrichtungen nicht allein in Ausgründungen und Patentanmeldungen zu messen ist, sondern ebenso in der Versorgung der Transfer-Pipelines mit neuem Wissen und Ideen, mit der Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur und der Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Wenn ein neuer Sprung bei den eigenständig ökonomisch messbaren Innovationserfolgen erreicht werden soll, müsste eher der Regulierungsrahmen geändert werden als darauf zu hoffen, dass die Institutsleiter noch mehr als bisher ihre besten Mitarbeitenden in die Selbständigkeit ziehen lassen und ihnen das im Institut erarbeitete Know-how zu günstigsten Konditionen mitgeben. Denn hier stößt manche gute Absicht von innen und manche ambitionierte Hoffnung von außen an die Grenzen, die Gemeinnützigkeit und Beihilferecht Einrichtungen auferlegen, die ganz oder zu großen Teilen aus Steuergeldern finanziert werden. Und auch in der Wirtschaft ist nicht unumstritten, ob es nicht zu Marktverzerrungen zulasten der Start-ups kommen kann, die sich ohne eine öffentlich finanzierte Vorleistung durchkämpfen müssen.

Das deutsche Forschungssystem ist durch den Dualismus von universitärer und außeruniversitärer Forschung geprägt. Aus Sicht der Hochschulen wird der Wettbewerb um Forschungsdrittmittel zwar häufig als ungleicher, ja unfairer Kampf empfunden. Aus übergeordneter wissenschaftspolitischer Sicht sollte jedoch nicht übersehen werden, dass diese geschichtlich gewachsene Struktur in vieler Hinsicht eine hilfreiche Arbeitsteilung, Vielfalt und Spezialisierung bei gleichzeitiger Exzellenz erlaubt. Das ist für die Nachhaltigkeit und Resilienz eines Innovationssystems eine nicht zu unterschätzende Qualität. Die Lehre bleibt die genuine Aufgabe der Hochschulen, und das ist nicht nur eine Last, wie häufig dargestellt, sondern auch eine Chance: Die Hochschulen sind von Anfang an dichter als die AUF am personalen Nachwuchs, den talentierten jungen Forscherinnen und Forschern. Sie verleihen wissenschaftliche Reputation und Karrieremöglichkeiten durch ihr Promotions-, Habilitations- und Berufungsrecht. Und sie verteidigen ihr Selbstbestimmungsrecht und ihre Binnenstrukturen, die die Pluralität und Unabhängigkeit der einzelnen Hochschuleinrichtungen durch interne Machtzerteilung sichern, mit Verve und regelmäßigem Verweis auf die grundgesetzliche Fundierung dieses So-Seins. Das wäre bei einer Angleichung der Strukturen so nicht aufrechtzuerhalten.

Was aber erneut sichtbar wird, sind die Schwierigkeiten, die sich ergeben, wenn forschungs- und innovationspolitischen Ressourcen aus beiden Bereichen konzentriert oder zumindest gebündelt werden sollen, um bei besonders herausfordernden und strategischen Transformationsfeldern qualitative Schritte schneller und entschiedener gehen zu können. Die Schaffung des KIT 2.0 in Karlsruhe ist verdienstvoll, aber hat so viel Zeit gedauert und politische Kräfte

gebunden, dass von ihm noch kein Impuls hin zu weiteren Nachahmungen oder auch neuen Lösungen *sui generis* ausgeht.

Andere Vorstöße für gemeinschaftliche Einrichtungen eines neuen Typus haben zwar zugenommen, zum Beispiel bei der Gründung des deutschen Internet-Instituts, des Weizenbaum-Instituts in Berlin. Aber eine strategische Planung, gezielten Innovationsmehrwert durch eine effizientere Bündelung bereits vorhandener Kräfte zu schaffen, sowohl zwischen den verschiedenen außeruniversitären Strängen als auch mit den Hochschulen, kommt nicht richtig voran. Die Ausdifferenzierung der Strukturen in Wissenschaft wie (föderaler) Wissenschaftspolitik stärkt – ob gewollt oder ungewollt – die bestehenden Systemrationalitäten und damit die Beharrungskräfte. Und da, wo man tatsächlich nach vorn gehen will, stoßen die Gestaltungswilligen auf veränderungsunfreundliche Rahmenbedingungen wie zum Beispiel beim Umsatzsteuerrecht in seiner spezifisch deutschen Auslegung der europäischen Vorgaben. Danach stehen Kooperationen von außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Universitäten, insbesondere gemeinsame Berufungen, und die dazugehörige Nutzung von wissenschaftlichen Infrastrukturen und Dienstleistungen je nach Ausgestaltung unter dem Risiko, von den Finanzbehörden als umsatzsteuerpflichtige Vorgänge gewertet zu werden. Ein solches finanzielles Risiko erschwert unnötig Kooperationen über die Institutionsgrenzen hinweg. Die europarechtlichen Vorgaben haben dabei erkennbar nicht den wissenschaftlichen, sondern einen potenziell marktverzerrenden wirtschaftlichen Leistungsaustausch zum Beispiel im Bereich der kommunalen Eigenbetriebe im Blick. Das Problem ließe sich durch eine Klarstellung im Europarecht oder zumindest durch ein eindeutiges Anwendungsschreiben an die Finanzämter auf nationaler Ebene lösen, ist aber bisher an den Finanzressorts von Bund und Ländern gescheitert – ein klarer Handlungsauftrag an die Politik.

2.3 Hochschulen

Jenseits eines verbesserten Zusammenwirkens der Wissenschaftsbereiche steht die Wissenschaftspolitik auch vor einigen hochschulspezifischen Herausforderungen. Die vorhandenen Finanzierungs- und Förderinstrumente des Staates sind nur zu einem kleinen Teil auf Innovation im Sinne einer Weiterentwicklung von Ideen bis hinein in die skalierbare Anwendung ausgerichtet. Die Innovative Hochschule, die Zukunftscluster oder FH-Impuls sind solche Programme auf Bundesebene. Sie sind aber vom Umfang her den zentralen Finanzierungslinien in einem Verhältnis von grob 1:10 nachgeordnet. Und auch da, wo die Fördermaßnahmen den Transfer als eine ergänzende Zielsetzung beinhalten, löst dies selten eine nachhaltige Prägung der Hochschulaktivitäten aus.

So bleibt zum Beispiel beim Hochschulpakt/Zukunftsvertrag eine mögliche Innovationsleistung der Hochschulen in Form der Förderung des Transfers über Köpfe, also über die Vorbereitung und Unterstützung für multidimensionale Berufskarrieren in Innovationsnetzwerken von Wissenschaft und Wirtschaft, weitgehend außen vor.

Die Exzellenzstrategie ist im konzeptionellen Schwerpunkt und in der Praxis auf exzellente Forschung konzentriert. Zwar bemühen sich alle Antragsteller, auch etwas zum Thema Transfer vorzeigen zu können, aber eine echte *third mission* ist in ihr nicht verankert. Die ergänzenden Länderprogramme agieren auf vergleichbare Weise.

Unter dem Stichwort Open Innovation hat die Innovationspolitik begonnen, die Innovationskultur an den Hochschulen quasi von unten her wachsen zu lassen. Open Innovation setzt darauf, nicht in vorgeplanten Kooperationen und entlang von fachlich definierten Fördermaßnahmen Forschungsergebnisse in die Anwendung zu bringen. Vielmehr werden beteiligungsoffene Formate bevorzugt, bei denen sich ein nicht vorab definierter Kreis von potenziellen Problemlösern angesprochen fühlen soll. Transferaufgaben suchen verstärkt nach passenden Ideen und Erkenntnissen, nicht die Inhaber von wissenschaftlichen Erkenntnissen nach passenden Förderprogrammen. Wissenschaftliche Datenbestände werden einem größeren Kreis von Interessierten zugänglich gemacht, ohne dass die konkrete Nutzung schon zwingend bekannt sein muss. Akteure aus der Bürgergesellschaft geben ihre Probleme aus der Praxis auf offenen Plattformen in die Hochschulen hinein. Fortschritte sind in diese Richtung durchaus zu sehen, aber eben nur schrittweise. Viele machen dieses oder jenes, aber selten hat das genügend Schwung und Wucht, um die Transferkultur an den Hochschulen insgesamt massiv zu verändern. Insbesondere ist weiterhin unklar, ob die junge Generation der Nachwuchswissenschaftler eine andere mentale Prägung mitbringt und sich diese auch auf dem Weg durch die Wissenschaftsstrukturen erhält, vielleicht sogar auf Ermutigung stößt oder über die Jahre abgeschliffen wird. Prägt der Nachwuchs am Ende mehr das System oder das System den Nachwuchs? Zu vermuten ist eher Letzteres.

In der Folge ist die dauerhafte und nachhaltige Ausrichtung der Hochschulen auf ihre Rolle als Impulsgeber und Antreiber von Innovation weiterhin nicht strukturell gesichert. Die Bedeutung der *third mission* als gleichwertige Leistungsdimension moderner Wissenschaft neben Forschung und Lehre bleibt in der Hochschullandschaft selbst umstritten. Und da, wo der Wille vorhanden ist, erschwert wiederum der Rechtsrahmen für die staatlich finanzierten Hochschulen als öffentlich-rechtliche Körperschaften das Agieren als wirtschaftlicher Akteur, zum Beispiel durch das Halten von Beteiligungen an innovativen Ausgründungen. Daher bleiben starke Innovationsleistungen in der Hochschullandschaft auf eine Min-

derheit von finanzkräftigen Universitäten wie den TU9, einigen forschungsstarken Hochschulen für angewandte Wissenschaft und besonders engagierten Hochschulleitungen konzentriert.

3. Impulse der letzten Jahre

Nichts wäre undifferenzierter, als nicht die durchaus vorhandenen Innovationsanstrengungen und Reformimpulse der letzten Jahre zu würdigen. Die Politik hat versucht, auf verschiedenen Ebenen neue Impulse zu setzen und das Innovationssystem zu verbessern. Nachfolgend wird auf vier Beispiele eingegangen, die geeignet sind, grundsätzlichere Wirkweisen des deutschen Innovationssystems zu illustrieren.

3.1 Zukunftspaket im Konjunkturpaket 2020

Auf der finanziell-materiellen Ebene ist beispielhaft der Zukunftspakt als Bestandteil des großen Corona-Konjunkturpakets im Frühsommer 2020 zu nennen, der in Höhe von jeweils mehreren Milliarden für die Transformationsbereiche Wasserstoff, künstliche Intelligenz, Quantentechnologien und Digitalisierung zusätzliche Mittel in Gang gesetzt hat. Angesichts der Dringlichkeit, bei den sogenannten *grand challenges* schneller voranzukommen, war das zwar eine diskretionäre, aber durchaus sinnvolle Maßnahme. Die Covid-19-Krise kam ihr zu Hilfe. Ob der Impuls auch ohne den übergeordneten Handlungsdruck in Richtung Konjunkturstabilisierung zustande gekommen wäre, ist eine offene Frage. Für die Frage der Leistungsfähigkeit der staatlichen Governance-Strukturen ließ die Umsetzung allerdings auch einige Probleme grundsätzlicher Art aufscheinen:

Die konkrete finanzielle Absicherung dauerte mehr als ein ganzes Jahr und war geprägt von lang andauernden Verhandlungen zwischen den Ministerien ohne konsequenten Entscheidungswillen. Es zeigte sich, dass solche sozusagen außerplanmäßigen Kraftanstrengungen, wenn sie in die unveränderten Zuständigkeitsstrukturen einer Koalitionsregierung hineingeleitet werden, dazu neigen, viel an Tempo und Durchschlagskraft zu verlieren.

Zweitens gab es zu wenig Konkordanz mit den Aktivitäten der Bundesländer. Trotz aller verbalen Bekenntnisse zur Dringlichkeit gaben dort partikulare Standortinteressen bei den konkreten Umsetzungsschritten vielfach den Ton an. Die finanziellen Maßnahmen, die ja in beachtlicher Höhe angesetzt wurden, wurden zudem kaum durch entsprechende Änderungen der Regulierungsrahmen flankiert.

Auch dies führte und führt zu erheblichen Bremswirkungen und Effizienzverlusten.

Typisches Merkmal bei Transformationsaufgaben wie den hier adressierten Herausforderungen ist eine vielfältige Akteurslandschaft, die bewirkt, dass Implementierung und Skalierung in Wirtschaft und Gesellschaft nur bei einem nachhaltigen Zusammenwirken erfolgreich sein können. Typischerweise initiiert die Politik in solchen Situationen neben ihren Fördermaßnahmen Koordinierungsplattformen. Ein gelungenes Beispiel aus dem letzten Jahrzehnt ist die Initiative »Industrie 4.0«, die gezielt versucht, im industriellen digitalen Wandel »vor die Lage zu kommen« und frühzeitig prägend zu wirken. Dies ist auf den anderen Transformationsfeldern zu begrenzt (etwa der Kohle-Kompromiss als notwendiger, aber nicht hinreichender Beitrag zur Energiewende) oder mit zu wenig Verbindlichkeit und zu wenig harten operativen Verpflichtungen (zum Beispiel bei der Elektromobilität) geschehen. Wenn die Politik darauf verzichtet, durch Änderungen im Regulierungsrahmen Anreize für ein selbständiges Wirken auf das gemeinsame Ziel hin zu setzen, dann sind solche konzertierten Aktionen umso wichtiger, so mühsam sie in ihren freiwilligen Aushandlungsprozessen daherkommen. Hier scheint sich derzeit eine gewisse Erschöpfung auf allen Seiten breitzumachen. Zu hoffen ist, dass dies insbesondere für das weitere Vorantreiben der Nationalen Wasserstoffstrategie nicht zutrifft, die eigentlich ganz überzeugend und rechtzeitig gestartet ist.

3.2 Agentur für Sprunginnovationen

Auf der institutionellen Ebene ist in den letzten Jahren eine wichtige und vielversprechende Neuerung ins Leben gerufen worden: die Agentur für Sprunginnovationen (SPRIND). Der Errichtungsbeschluss basiert nicht nur auf einer präzisen Analyse, dass im Bereich der Sprunginnovationen eine echte institutionelle Lehrstelle bestand und nicht nur eine Schwäche in den Förderprogrammen. Er erkennt auch an, dass es hier eines dauerhaften staatlichen Engagements bedarf, weil Sprunginnovationen per se Schwierigkeiten haben, auf der Basis privatwirtschaftlicher Investitionsentscheidungen gewagt zu werden und Marktnähe zu erreichen.

Entscheidend ist allerdings, dass diese Agentur mit ihrem spezifischen Aufgabenprofil auch ein spezifisches Regelwerk braucht, das ihr weit größere Freiheitsgrade sichert, als bei der Förderung durch öffentliche Mittel ansonsten rechtlich zugestanden und in der Verwaltungspraxis zusätzlich kontrolliert wird. Im ersten Anlauf konnte gerade einmal das notwendige Minimum an Freiräumen geschaffen werden; der Widerstand gerade aus der Finanz- und Haushaltsadministrati-

on, aber auch von deren parlamentarischem Pendant gegen ein aus ihrer Sicht systemfremdes Novum war beträchtlich. Mittlerweile ist nachgebessert worden, auch wenn es noch nicht das Optimum darstellt. Um den Erfolg valide beurteilen zu können, ist es allerdings gerade für diese Art von Innovationen noch deutlich zu früh. Langer Atem und Geduld sind hier mit die größte Tugend, die staatliche Governance an den Tag legen kann.

Deutlich wird aber auch, dass die spezifische Konstruktion der SPRIND gerade nicht als Muster oder Probelauf für andere Agenturlösungen dienen kann. Unbestritten können Agenturen mit klar abgegrenzten, strategischen Aufgabenbereichen und unternehmerisch handhabbarem Instrumentenkasten eine wichtige Bereicherung des deutschen Innovationssystems sein. Fehlende analytische Klarheit zeichnen allerdings die öffentlich bekannten Pläne zur Errichtung einer Deutschen Agentur für Innovation und Transfer (DATI) aus. So ist es eine Frage, ob nicht wichtige Förderinhalte bereits durch andere Bundesprogramme weitgehend abgedeckt werden: WIR, Innovative Hochschule, FH Impuls, StartupLab@FH, FH Sozial, Zukunftscluster, Citizen Science, ZIM, EXIST. Die Zielsetzungen der DATI versuchen bisher offensichtlich, zu viele Erwartungshaltungen gleichzeitig zu bedienen – die der HAW, die am liebsten ein eigenständiges, dauerhaftes Finanzierungsinstrument als Alternative zur DFG erhielten, der KMU, die unbürokratische Fördermöglichkeiten suchen, wo sie im ZIM-Programm des BMWK oder woanders nicht zum Zuge kommen, der Protagonisten von Sozialen Innovationen, die sich ein finanzstarkes, flächendeckendes Förderinstrument als Fortentwicklung der eher pilothaft angelegten bisherigen BMBF-Förderung erhoffen, und der Regionen im Strukturwandel, die nach einer Möglichkeit suchen, ihre Anpassungsmodernisierung jenseits der bürokratischen Regionalförderung von GRW[3] und europäischen EFRE-Mitteln[4] zu finanzieren. All das lässt sich bei noch so großen Anstrengungen nicht gleichermaßen wirksam in ein und demselben Instrument erreichen.

3.3 Clusterförderung

Einen im Großen und Ganzen erfolgreichen Förderansatz hingegen stellt die bundesdeutsche Clusterförderung dar. Sie hat aufgenommen, was die moderne Innovationsforschung nahelegt, kann sich im internationalen Vergleich sehen lassen und hat beachtliche konkrete Erfolge gezeigt. So sollte nicht übersehen werden, dass zum Beispiel der Erfolg von BioNTech bei der Entwicklung eines hochmoder-

3 GRW = Gemeinschaftsaufgabe »Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur«
4 EFRE = Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

nen Covid-19-Impfstoffes nicht zuletzt auf der Basis solcher Clusterförderungen möglich geworden ist.

Bei genauerem Hinsehen lässt allerdings in den letzten Jahren die systemische Wirkung dieses Förderansatzes etwas nach. Das macht ihn nicht obsolet. Aber die Förderung der sogenannten Spitzencluster ist ausgelaufen und die Nachfolgeförderung der Zukunftscluster lässt die Frage offen, ob die Fördereffekte die Vorhaben tatsächlich in die Markteinführung und wirtschaftliche Rentabilität treiben können, ohne selber in beihilferechtlich inakzeptables Terrain vorzustoßen.

Die größte Schwäche ist dabei nicht das Förderinstrument selber, sondern die Tatsache, dass die forschungsorientierte Clusterförderung nicht oder nur wenig mit einer passfähigen Ausrichtung akzessorischer Politikbereiche einhergeht – wie dem Infrastrukturausbau, den Qualifikationsleistungen der passenden Bildungseinrichtungen, den Planungsprozessen bei Bau und Flächenbewirtschaftung, der europäischen Partnerschaftsbildung, einer außenwirtschaftlichen Unterstützung und, wo erforderlich, der robusten Begleitung auf internationaler Ebene. So gehen die Beteiligten mit viel Engagement, festem Willen und gutem Geld des Steuerzahlers auf die Strecke und merken dann doch, dass sich der Weg bis in die Marktreife als veritabler Hürdenlauf entwickelt.

3.4 Missionsorientierung

Eine spannende Weiterentwicklung der letzten Jahre – mit offenem Ausgang – ist die Missionsorientierung in den Innovationsstrategien von Bund, Ländern und Europäischer Union. Sie hat unbestreitbar die Selbstkoordinierung im bestehenden System befördert, aber sich bisher noch nicht wirklich als Gamechanger erwiesen. Das liegt nicht an der grundsätzlichen Idee. Aber es ist zu beobachten, dass sich hinter dem Begriff verschiedene Zielsetzungen versammeln, die zu ungelösten Spannungen führen. Zum einen ist dies der Ansatz, konsequenter als bisher von einer Input-orientierten auf eine Output-orientierte Innovationspolitik umzusteuern. Nicht Aspekte wie ausreichender Mitteleinsatz, anreizsetzende Finanzierungsregeln, sorgfältig ausdifferenzierte Förderbereiche oder breit angelegte Beratungsprozesse stehen danach im Vordergrund, sondern die Orientierung an konkreten Innovationserfolgen, gemessen zum Beispiel in IP-Gewinnung, Gründungen, Marktneuheiten, Leistungsparametern oder Ressourcenverbrauch. Zum Zweiten wird das Ziel nach vorn gestellt, mit Hilfe von Missionen vor allem die Abstimmungsprobleme zu überwinden, die sich aus der Vielfalt sowohl fachlich wie föderal wie (partei-)politisch aufgeteilter Kompetenzen im deutschen Staatswesen ergeben. Auf diese Weise will man aus einer als zu unentschlossen wahrgenommenen, ständigen Kompromisslerei herauskommen. Und drittens gibt es jene,

die besorgt auf die Langsamkeit der ganz großen Transformationsprozesse wie Digitalisierung, Klimaschutz oder Kreislaufwirtschaft schauen und sich vom Missionsansatz ein Mainstreaming aller relevanten Lebensbereiche hin auf das jeweilige Transformationsziel erhoffen. Insbesondere die Diskrepanz zwischen den Verfechtern eines gesellschaftspolitischen, häufig holistisch anmutenden Ansatzes einerseits und der Operationalisierbarkeit von konkreten Erfolgskriterien (»KPI's«) und damit für das Missionsmanagement nutzbarer Messbarkeit und Zurechenbarkeit andererseits ist bisher zu groß. Gerade die europäischen Missionen neigen dazu, einen begrifflich ganz großen Rahmen zu spannen, in der Ausdefinierung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten dann infolge der europäischen Interessensvielfalt recht unpräzise zu werden und instrumentell-kompetenziell nur auf ein begrenztes Maßnahmen-Set zugreifen zu können. Daher wird auch der europäische Missionsansatz der richtigen Konfiguration für das deutsche System nur begrenzt helfen können. Die konzeptionellen Unklarheiten müssen beseitigt werden, wenn die großen Hoffnungen tragen und nicht trügen sollen. Weniger ist hier mehr. In einer Kombination von organisatorischen Neuerungen wie Missionsagenturen für gut abgrenzbare Reformprojekte und einer stärkeren Output-orientierten Steuerung könnte meines Erachtens ein Weg liegen. Aber damit wird man nicht zugleich den Anspruch verbinden können, eine gesamtgesellschaftliche Transformationsaufgabe innovationspolitisch umfassend neu geordnet zu haben. Salopp formuliert: Einen Tod wird man sterben müssen.

4. Herausforderungen und Antworten

Wie lassen sich nach dem Gesagten die Herausforderungen für die kommenden Jahre zusammenfassen?

1. Wir werden mehr Innovation für das gleiche Geld bekommen müssen – die früheren Mittelsteigerungen wird es nicht mehr geben. Ein wesentliches Problem ist inzwischen die Umsetzungsgeschwindigkeit, messbar am zögerlich verlaufenden Mittelabfluss. Ein Knackpunkt dabei: Es ist zu wenig Personal für das Forschungsmanagement auf dem Markt verfügbar.
2. Es braucht einen größeren Handlungsspielraum für innovationspolitische Impulse durch Zugriff auf schon vorhandene oder zugesagte Finanzen. Die Bundes- und Landesmittel für Forschung und Innovation sind größtenteils langfristig gebunden, häufig durch Kofinanzierungszwänge zudem auch noch aneinandergekettet. Ihr Anteil ist in den letzten Jahren weiter angestiegen. Eine neue Schwerpunktbildung ist nur noch in mehrjährigem Umsteuerungsprozess und mit relativ hohen politischen Kosten machbar.

3. Mehr Marktdurchdringung und -eroberung mit Innovationen made in Germany ist ein Gebot der Stunde. Das ist in erster Linie eine Aufgabe der Unternehmen selbst. Sie treffen aber zu häufig auf regulative Fesseln, die das erforderliche Wachstum aus Angst vor Marktmacht schon verhindern, bevor überhaupt die daraus entstehenden konkreten Chancen und Risiken gegeneinander abgewogen werden können. Auch Ordnungspolitik und Wettbewerbsrecht sind keine Instrumente gegen Marktmacht, sondern gegen Missbrauch derselben. Innovationsförderliche Ökosysteme brauchen ihre Leuchttürme, die neue Anwendungen im großen Maßstab ermöglichen und Zugänge in die Märkte der Welt öffnen. Deshalb gehört ein robustes, nüchternes Denken in und Akzeptanz von wirtschaftlicher Macht in Politik und Gesellschaft zu den Voraussetzungen für eine wirkmächtige Innovationsführerschaft.
4. Der Um- und Aufbau der Infrastrukturen in den Schlüsselbereichen nachhaltigen Wirtschaftens und der Daseinsvorsorge muss schneller und effizienter geschehen – insbesondere im Energie- und Mobilitätsbereich sowie der digitalen Kommunikation und Datenübertragung. Das ist keine Neuigkeit, aber deswegen nicht weniger aktuell.
5. Das Stichwort »Technologische Souveränität« ist bisher – jedenfalls gemessen an der neuen globalen Wirklichkeit – weitgehend rhetorische Forderung mit nur punktuellen Ergänzungsförderungen geblieben. Es gibt kein operatives Gesamtkonzept auf der notwendigen Flughöhe, mit klaren Zielformulierungen und Meilensteinen, das zwischen Politik und Wirtschaft abgestimmt wäre, auch nicht zwischen den verschiedenen föderalen Ebenen und nicht einmal wirklich konsequent bindend innerhalb der Bundesregierung.
6. Der Schritt muss endlich gelingen, von Datenmengen zu Datenreichtum zu kommen. Die Datenstrategie der Bundesregierung formuliert zwar richtige Ziele, aber beim Aufbau entsprechender Datenstrukturen hinkt Deutschland hinterher. Die Ertüchtigung und Zugänglichmachung öffentlicher Datenbestände für Innovationszwecke steckt noch in den Kinderschuhen. Der politische Konflikt, ob Datenrecht vorrangig ein Schutzrecht gegen Nutzung oder ein Ermöglichungsrecht zur (verantwortlichen) Nutzung sein soll, ist unausgestanden. Die Folge sind meist Formelkompromisse und halbgare Lösungen, während sich die Datenwelt und KI-basierte Anwendungen um uns herum rasant weiterentwickeln.

Eine erfolgreiche Weiterentwicklung des Innovationssystems in Deutschland wird sinnvollerweise auf den bereits angesprochenen Ebenen parallel ansetzen: institutionell, bei der Zuständigkeitsverteilung, förderpolitisch, akteursbezogen und regulativ. »One size fits all«-Lösungen klingen häufig attraktiv, sind aber für eine gewachsene, multidimensionale und ausdifferenzierte Innovationslandschaft nicht

wirklich anschlussfähig. Kluge Innovationspolitik wird nie glauben, sie könne am grünen Tisch alles ganz neu und aus einem Guss entwerfen und dann allein aufgrund der Ästhetik ihres theoretischen Konzeptes Aussicht auf politische Durchsetzbarkeit erringen.

Welchen Versuchungen sollte widerstanden, welche Priorisierungen sollten vermieden werden? Zusammengefasst lässt sich vielleicht sagen: Netzwerkerweiterung vor Zusammenführung, Zusätzlichkeit vor Fokussierung, Geld vor Freiräumen, Zielpapiere vor gesetzgeberischer Hürdenbeseitigung, Verteilung vor harten Anreizmechanismen – das alles sind typische Reaktionen, denen anzumerken ist, dass sie versuchen, dem Konkurrenzkampf um knappe politische Ressourcen auszuweichen. Worin könnten stattdessen denkbare Ansätze liegen, den skizzierten Herausforderungen zu begegnen?

1. Die Errichtung von Innovationsagenturen kann eine wichtige Rolle spielen, aber sie muss richtig gemacht werden. In Frage käme diese Lösung für ausgewählte Transformationsprojekte, auf der Basis von Maßnahmegesetzen mit Bündelung von horizontalen und vertikalen Kompetenzen und zeitlich befristeter Öffnung der dazugehörigen Regulatorik. Der wichtigste Nutzen solcher Agenturlösungen wäre die zeitweise Bündelung von verschiedenen Ressortzuständigkeiten, gegebenenfalls auch die Ablösung von föderalen Kofinanzierungen sowie die größere finanzielle Planbarkeit, aber auch Beweglichkeit gegenüber Etatfinanzierungen im Rahmen jährlicher Haushaltsgesetze.
2. Die Bestimmung von Innovationsregionen für geographisch definierbare Erprobungsprojekte, zum Beispiel in den Bereichen von Mobilität, digitalen Infrastrukturen oder Daseinsvorsorge im ländlichen Raum mit echten gesetzlichen Freiräumen und Regionsauswahl im Wettbewerb.
3. Eine massive Beschleunigung beim Aufbau von innovationsfreundlichen Datenräumen auch außerhalb der industriellen Wertschöpfungsketten, insbesondere bei der Errichtung von kuratierten Datenbeständen, bei Datenverknüpfung und Datenzugriff unter besonderer Berücksichtigung eines intensiveren Zusammenwirkens von Wissenschaft und Wirtschaft. Dazu muss das bundesdeutsche Datenrecht angepasst werden, was wiederum aus Gründen der Kompetenzverteilung eine föderale Gesamtanstrengung erforderlich macht. Staatlich angelegte oder kuratierte oder aufgrund öffentlich-rechtlicher Vorgaben erhobene Datenbestände sollten Vorreiter für die Unterstützung von datengetriebenen Innovationen werden – dazu gehört die Schaffung bzw. Ertüchtigung von Datenforschungszentren und die Einrichtung von Treuhänderstrukturen.
4. Eine an den großen Transformationsaufgaben orientierte wettbewerbliche Mittelvergabe von Teilen des PFI gemäß neu definierter Missionen (sogenannter Strategieraum des PFI).

5. Die Stärkung nachhaltiger Innovationsaktivitäten und der dazu benötigten Innovationsressourcen an den Hochschulen durch Förderung des Aufbaus von Strukturen und Kompetenzen insbesondere der Leitungsebene – sozusagen eine »Innovative Hochschule für alle«. Eine solche Förderung sollte noch stärker auf die Strategiefähigkeit und den dauerhaften Kulturwandel an den Hochschulen ausgerichtet sein.
6. Die stärkere Nutzung des reformierten Artikels 91b Absatz 1 GG für neuen Formen der institutionellen Forschungsförderung und perspektivisch die Schaffung von fünf institutionalisierten Spitzenkooperationen zwischen Hochschulen und Einrichtungen der außeruniversitären Forschungsorganisationen.
7. Die Überarbeitung des steuerlichen Rahmens für das Innovationsgeschehen. Das betrifft unter anderem Tatbestände aus der Umsatzsteuer, der Ertragsbesteuerung von Wagniskapital, der Besteuerung unternehmerischer Gewinne und die Förderung von Qualifikationsaufwendungen der Unternehmen analog zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung. Die Zielsetzung ist nicht eine staatliche Übernahme von unternehmerisch zu verantwortendem Risiko, sondern die Schaffung von Anreizen für gesamtstaatlich wirksame Investitionen in Ideen *und* Köpfe, Know-how *und* Qualifikation als wichtigster Ressource des deutschen Wohlfahrtsmodelles.
8. Eine Initiative zu einer innovationsfreundlicheren Ausgestaltung des europäischen Beihilferechtes, die auch die globalen Wettbewerbsherausforderungen stärker berücksichtigt, um einerseits den Transfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft zu erleichtern und andererseits die Innovationskraft der europäischen Volkswirtschaften gegenüber anderen konkurrierenden Regionen der Welt zu stärken.
9. Eine – insbesondere mit Frankreich – abgestimmte deutsche Initiative in der EU zur Entwicklung und vor allem auch operativen Umsetzung eines Zehnjahresplanes für größere (technologische) Souveränität.
10. Die Zusammenlegung wesentlicher Innovationszuständigkeiten einschließlich der wesentlichen regulatorischen Gesetzgebungszuständigkeiten auf Bundesebene in darauf personell, strukturell und kulturell ausgerichteten Ministerien einschließlich ausreichender Foresight-Kapazitäten und deren systemischer Verankerung in den Governance-Strukturen der bundesdeutschen Innovationspolitik.

All dies wird sich nicht innerhalb weniger Jahre vollständig umsetzen lassen, sondern benötigt beharrlichen Willen zur Modernisierung und langen Atem – und auch die Bereitschaft zum Nachsteuern und Abändern, wenn dies ein ehrliches, begleitendes Monitoring nahelegt. Innovationspolitik muss auch in sich innovativ sein, also sich bei wandelnden Umständen beständig selbst überprüfen und anpas-

sen. Der notwendige Handlungswillen wird allerdings nur dann den Modernisierungsprozess der deutschen Governance-Strukturen vorantreiben, wenn eine zumindest ungefähre Einigkeit über den Handlungsbedarf besteht.

5. Ausblick

Ist das Glas also halb voll oder halb leer? Als Fazit lässt sich vielleicht sagen: Das deutsche Innovationssystem ist gut gerüstet und leistungsfähig für inkrementelle Veränderungen, aber zu entscheidungs- und umsetzungsschwach für große Veränderungsprozesse unter Zeitdruck. Es ist durchaus krisenfest und relativ resilient gegenüber externen Schocks, aber in sich zu wenig anpassungsfähig, um ausreichend wettbewerbsfähig in der neuen multipolaren Welt der politischen Systemkonkurrenzen zu bleiben.

Dieser Charakter wird durch ein komplexes System an Entscheidungsverfahren, Finanzierungsinstrumenten und rechtlichen Einengungen dominiert und prägt damit auch das Denken aller Beteiligten. Er entspricht damit auf seine Weise dem politischen und gesellschaftlichen System der Bundesrepublik, das wesentlich auf Stabilität und nicht Disruption ausgerichtet ist. Neben den unbestreitbaren Vorteilen nehmen die nachteiligen Effekte zu. Verfestigte Anspruchsstrukturen sind prägend geworden. Ein »Weniger« ist für niemanden so richtig denkbar. Der Output pro eingesetztem Euro ist insgesamt rückläufig. Wie sich dies verändern wird, wenn ab 2023 ganz handfest spürbar wird, dass die Budgets angesichts der Inflationsrate real an Kaufkraft verlieren werden, ist offen.

Angesichts dieser Ausgangslage braucht es seitens der staatlichen Governance keine grundsätzliche Umwälzung in der ganzen Breite, aber ein Aufbrechen in der Vertikalen, in der Tiefe, in ausgewählten Transformationsbereichen, um anpassungsfähiger und wirkungsmächtiger für die diversen Herausforderungen in globalen Zusammenhängen zu werden.

Dazu ist eine teilweise Neuausrichtung staatlichen Handelns erforderlich. Diese besteht nicht in vorderster Linie in der Bereitstellung größerer finanzieller Mittel. Eine verlässliche Fortsetzung hin zum 3,5-Prozent-Ziel ist notwendig, aber auch ausreichend. Es bedarf aber der Überführung eines Teiles der in festen Finanzierungsschemata eingebundenen Geldströme in eine Agendastruktur, die thematische Schwerpunkte setzt und ausbaut und dafür die Innovationsakteure stärker wettbewerblichen Anreizen aussetzt.

Zugleich muss staatliches Handeln offensiver, auch mit gesetzlichen Mitteln, Gestaltungsräume schaffen, um den Weg aus der Forschung in die wirtschaftlich relevante Anwendung in zentralen Transformationsbereichen zu ermöglichen. Der Staat wird hier mit seinen nicht-fiskalen Gestaltungsansprüchen dichter an das

Innovationsgeschehen im Markt heranrücken müssen, nicht um es einzuengen, sondern um es zu beleben.

Wenn man historisch in längeren Zeiträumen auf den Erfolg und Misserfolg von staatlichen Gemeinschaften – Nationalstaaten wie Staatenverbünden – blickt, dann gibt es meist eine Vielzahl von sehr spezifischen Gründen und Kausalitäten für deren Gelingen oder Scheitern. Es gibt allerdings einige wenige, immer wiederkehrende Konstanten, sozusagen als Conditiones sine qua non. Sie sind nicht alles, aber ohne sie ist alles andere nichts. Dazu gehört neben einer verlässlichen Eigentumsordnung, der geringen Anfälligkeit für Korruption, kultureller Offenheit und einem motivierenden gemeinschaftlichen Selbstbild die Fähigkeit zur Innovation. Sie ist sozusagen die zentrale Schlüsseltechnologie für den Wohlstand eines Gemeinwesens. Innovation und Zukunft sind zwei Seiten der gleichen Medaille. Sie sind nur zusammen zu haben.

Literatur

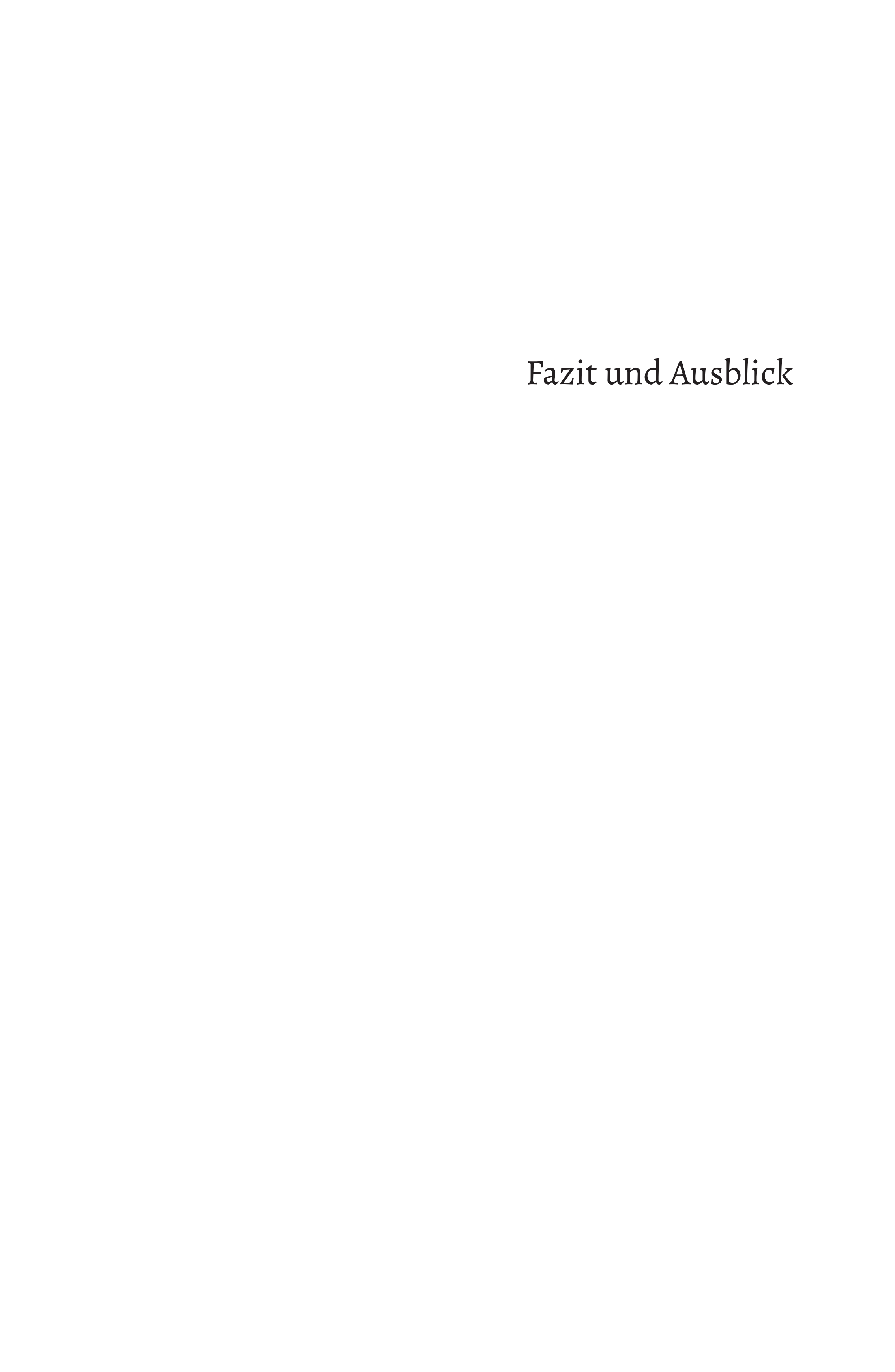
Albert, M.; Hurrelmann, K.; Quenzel, G; Schneekloth, U.; Leven, I.; Wolfert, S.; Utzmann, H. (2019): Jugend 2019 – Eine Generation meldet sich zu Wort. 18. Shell Jugend Studie, Hamburg.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Grundsatzfragen von Innovation und Transfer (Hrsg.) (2022): Bundesbericht Forschung und Innovation 2022. Online verfügbar unter https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2022_Hauptband.pdf, zuletzt geprüft am 26.05.2023.

Jackwerth, T.; Böcker, D.; Derse, M.; Elsebrock, K.; Jehnichen, T.; Kley, T.; Kriegesmann, B.; Lerch, C.; Monstadt, H.; Weiß, P.; Wernet, M. (2022): Gestaltung einer digitalisierungsförderlichen Unternehmenskultur bei mittelständischen Industrieunternehmen. In: Nitsch, V.; Brandl, C.; Häußling, R.; Lemm, J.; Gries, T.; Schmenk, B. (Hrsg.): Digitalisierung der Arbeitswelt im Mittelstand 1. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Rammer, C.; Doherr, T.; Krieger, B.; Marks, H.; Niggemann, H.; Peters, B.; Schubert, T.; Trunschke, M.; von der Burg, J.; Eibelshäuser, S.: (2022): Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2022. Hrsg.: ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Mannheim.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2023): Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2021. Hrsg.: SV Wissenschaftsstatistik gGmbH, Essen.



Fazit und Ausblick

Die neue Governance von Innovationssystemen

Alfons Botthof, Jakob Edler, Katrin Hahn, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Matthias Weber, Jan Wessels

Neue Anforderungen an die Rolle des Staates im Innovationssystem

Die Beiträge des vorliegenden Sammelbands führen in unterschiedlicher Akzentuierung die zum Teil erheblichen Dynamiken in der Veränderung des deutschen Innovationssystems klar vor Augen. Diese Dynamiken zeigen sich nicht erst seit gestern, und sie haben bereits zu ersten Anpassungsprozessen in der Governance geführt, auch wenn das Innovationssystem noch nicht in einem neuen stabilen Zustand eingeschwungen ist, sondern weitere Anpassungen durchlaufen muss. In einer abschließenden Betrachtung wollen wir daher erneut auf Anforderungen eingehen, die sich für die Politik in Hinblick auf die Governance des deutschen Innovationssystems ergeben, sowie auf Implikationen für die Weiterentwicklung der Heuristik von Innovationssystemen.

Die in den Beiträgen skizzierten Wandlungstendenzen des Innovationssystems, die gesteigerten Anforderungen an den Problemlösungsbeitrag von Innovationen und insbesondere die im Zuge der Covid-19-Pandemie sichtbar gewordenen Herausforderungen an dessen Resilienz und Anpassungsfähigkeit erfordern sehr konkrete Veränderungen der Governance-Strukturen und -Strategien. Sie erwachsen besonders aus dem beschriebenen Dualismus von geänderten Bedingungen und Praktiken im Innovationsprozess einerseits und der verstärkten Transformations- und Missionsorientierung von Innovationspolitik andererseits.

In Bezug auf das Beispiel der Missionsorientierung muss man sich vor Augen führen, dass Innovationspolitik de facto aktiv zu Prozessen gezielten Systemwandels in verschiedenen Bereichen beitragen will, die aber nur im Rahmen einer breiten gesellschaftlichen Anstrengung erreichbar sein werden und die die Bereitschaft zum Wandel bei zentralen Akteuren auch jenseits des Innovationssystems voraussetzen. Dies bedeutet zum einen, dass Politik diese Transformationsprozesse immer weniger dominieren oder gar allein »steuern« kann, sondern dabei auf breite Unterstützung durch die betroffenen Akteure angewiesen ist. Zum anderen kann die nationale Innovationspolitik nur in einem gut abgestimmten Zusammenwir-

ken mit anderen Politikfeldern und -ebenen und unter Berücksichtigung ihrer speziellen Rollen wirksam zum Systemwandel beitragen. Betrachtungen zur Governance in einem gewandelten Innovationssystem müssen daher diese beiden Dimensionen berücksichtigen, also die ausdifferenzierten Rollen des Staates angesichts gestiegener Erwartungen und gleichzeitig die Notwendigkeit zu breiteren Interaktionen mit Akteuren aus Wissenschaft, Industrie und Zivilgesellschaft. Dabei gilt es auch, nicht unerhebliche Beharrungstendenzen aufseiten der beteiligten Akteure zu überwinden und sie im Sinne des angestrebten Wandlungsprozesses zu mobilisieren.

Der hier formulierte Steuerungsanspruch an den Staat stellt außerordentlich hohe Anforderungen an dessen Steuerungsfähigkeit. Da die Politik häufig längerfristige Prozesse des Systemwandels mitgestalten soll, die zudem der Ungewissheit hinsichtlich Problembestimmung und Lösungsoptionen unterliegen, besteht die Notwendigkeit, eine adaptive Governance zu etablieren. Es ist daher eine für erfolgreiche Missionspolitik entscheidende Frage, wie staatliche Institutionen entsprechende dynamische, organisatorische und kollektive Fähigkeiten (»dynamic capabilities«) aufbauen können, um die Steuerbarkeit von missionsorientierter und transformativer Politik zu gewährleisten. Hierfür sind wiederum geeignete Verfahren der Vorausschau, des Monitorings und der Wirkungsbewertung als Grundlage für fundierte Anpassungsstrategien und -leistungen erforderlich.

Möglichkeiten und Grenzen einer nationalen Innovationspolitik

Was bedeuten nun diese generellen Überlegungen zur Governance und zu den Möglichkeiten und Grenzen staatlichen Eingreifens konkret für die nationale Innovationspolitik?

Erstens differenziert sich die Rolle des Staates in der Innovationspolitik weiter aus und muss über generische oder strukturelle Maßnahmen zur Stärkung der Innovationsfähigkeit per se hinausgehen. Dementsprechend sind auch die Begründungsmuster für staatliche Intervention über traditionelle Argumente des Markt- und strukturellen Systemversagens hinaus durch Elemente eines dynamischen und transformativen Systemversagens zu ergänzen (Weber/Rohracher 2012; Edler/Fagerberg 2017; Schot/Steinmueller 2018).

Zweitens muss sich Governance sehr deutlich zwischen verschiedenen soziotechnischen Systemen, respektive spezifischen technologischen oder räumlichen Teilsystemen, unterscheiden. Hinzu kommt, dass nationale Innovationpolitik zugleich internationale und europäische Innovationsaktivitäten bis hin zu Systemtransformation berücksichtigen und – soweit möglich – im Rahmen eines um-

fassend Policy Mix mitgestalten muss (Rogge/Reichhardt 2016; Edmondson et al. 2019).

Drittens besteht das zentrale Spannungsfeld der Innovationspolitik darin, dass höhere Steuerungsanforderungen an sie gestellt werden, ohne dass sich die Steuerungsmöglichkeiten im notwendigen Maße erweitern. Ein sich daraus ableitendes adäquates Rollenverständnis der Politik lässt sich vor diesem Hintergrund wie folgt charakterisieren:

– Der Staat ist proaktiver in der **Formulierung gesellschaftlich bindender Direktionalität** (Weber/Rohracher 2012), für die er als Innovationstreiber und Risikoträger fungiert (Mazzucato 2019). Damit ist der Staat auch stärker aktiv als **Ermöglicher und Promotor von Lösungen**, die zur Erfüllung von definierten Missionen als notwendig erachtet werden, unter Berücksichtigung der Balance von Zielgerichtetheit und Lösungswettbewerb.
– Es bedarf einer abgestimmten **Arbeitsteilung und Politikkoordination** von Aufgaben in einem sich weiter ausdifferenzierenden System, in dem mehrere Politikebenen und Politikfelder ein Innovationsfeld über die Zeit beeinflussen und dessen Entwicklungstrajektorie prägen (Haddad et al. 2022; Larrue 2021).
– Der Staat ist zurückhaltend bei der Mikrosteuerung, zeigt aber stärkeres Engagement bei der Prozesssteuerung für **Agenda-Setting, Erwartungsmanagement und Orchestrierung** im Sinne einer »tentativen« Governance (Kuhlmann et al. 2019) angesichts einer größeren Vielfalt von (organisierten und nichtorganisierten) Akteuren, Interessen und Konflikten.
– Die notwendigen **Rahmenbedingungen für die Ermöglichung einer hohen industriellen Dynamik** (Aiginger/Rodrik 2020) müssen geschaffen werden, über die sowohl das Wachstum von Start-ups als auch die Innovationsleistungen von KMUs und Großunternehmen erhöht werden. Dabei sind zunehmend auch Anforderungen an die Resilienz von Innovationssystemen und Wertschöpfungsketten zu berücksichtigen (Dudenbostel et al. 2023), die im aktuellen Diskurs auch mit dem Thema technologischer Souveränität verknüpft und damit in Richtung eines aktiveren Staats genutzt werden (Edler et al. 2023).

Das Instrumentarium der Innovationspolitik

Im Hinblick auf die Umsetzung einer auf Systemwandel ausgerichteten Innovationspolitik kristallisieren sich ebenfalls eine Reihe verbesserter oder neuer Ansätze heraus, wie innovationspolitische Instrumente als Teile eines breiter angelegten

Policy Mix und im Sinne einer vorausschauend-adaptiven Governance eingesetzt werden könnten:

- **Neue Förderkonzepte**, die neue Akteure (insbesondere auch Zivilgesellschaft) adressieren, höhere Ambitionen und höheres Risiko verfolgen, die Agilität des Innovationssystems durch Unterstützung von disruptiven Innovationen unterstützen und die Diffusion, Skalierung und Replikation von neuen Lösungen vorantreiben sowie dabei die Erfahrungen der Covid-19-Pandemie mit neuen Ansätzen (zum Beispiel Hackathons) im Sinne einer Flexibilisierung des etablierten Fördersystems aufgreifen.
- Weitere Verstärkung der vielfältigen Maßnahmen zur nachfrageseitigen Stimulierung von Innovation und Diffusion, inklusive der **Regulierung, Standardisierung, innovativen Beschaffung, Bewusstseinsbildung und Training auf Anwender-/Nutzerseite.**
- Innovationspolitik zur Erprobung neuer Konfigurationen und Konzepte, die zum Aufbau experimenteller Kompetenzen in der öffentlichen Verwaltung und zur Abstimmung mit Sektorpolitiken beitragen.
- **Ausbau von Innnovationsinfrastrukturen** als flexible und offen zugängliche Basis für Innovationsaktivitäten, insbesondere für junge digitale Unternehmen. Diese können auch neue dezentrale Innovationsstrukturen im ländlichen Raum schaffen.
- **Synchronisation der verschiedenen Interventionstypen** zur Sicherstellung ihres effektiven Zusammenwirkens angesichts unterschiedlicher zeitlicher Wirkungsdynamiken. Erst durch derartige Zeitstrategien der Intervention können Pfadabhängigkeiten und das Beharrungsvermögen komplexer sozialer Systeme überwunden und neue transformative Dynamiken entfaltet werden (Sartorius/Zundel 2005).
- Entwicklung neuer Ansätze der **Indikatorik und Wirkungsmessung in Echtzeit**, um experimentelle Politik zu begleiten und Lernprozesse zu ermöglichen sowie die komplexen Systemveränderungen insbesondere bei der gezielten Missionsorientierung zu erkennen (Ghosh et al. 2021). Auch hier hat die Covid-19-Pandemie zu neuen Ansätzen der systemischen Analyse und zur experimentellen Nutzung von Echtzeit-Indikatoren beigetragen.

Bereits heute lassen sich erste Elemente eines neuen Rollenverständnisses des Staates und neuer Umsetzungsinstrumente identifizieren. Allerdings hat der Veränderungsprozess gerade erst begonnen, sein weiterer Verlauf ist noch unbestimmt und nicht zuletzt abhängig vom Ausgang des Diskurses über ein neues Verständnis von Innovationssystemen und ihren Veränderungsprozessen sowie insbesondere von den nur schwer antizipierbaren Herausforderungen der gegenwärtigen Krisen.

Konzeptionelle Weiterentwicklung der Heuristik von Innovationssystemen

Wie eingangs betont, fokussiert der vorliegende Sammelband darauf, den Wandel des Innovationssystems sichtbar zu machen und dessen innovationspolitische Konsequenzen zu spezifizieren. Dabei muss die Frage, welche Folgen für das Konzept des Innovationssystems daraus folgen, in den Mittelpunkt rücken. Daher sollen abschließend einige konzeptionelle Impulse in Bezug auf eine angemessene analytische Reichweite und normative Anforderungen skizziert werden, die ein aktualisiertes Konzept von Innovationssystemen erfüllen muss. Diese Überlegungen sollen den Anstoß geben für ein zukünftiges konzeptionelles und in der Folge empirisches Forschungsprogramm sowie gleichzeitig die normativen Aspekte der politischen Debatte über Anpassungsnotwendigkeiten befruchten.

Vor dem Hintergrund der in diesem Kapitel gemachten Beobachtungen verbinden sich in analytischer Hinsicht mit dem Innovationssystem-Konzept eine Reihe offener Fragen:

- Akteure, Institutionen und Interaktionen sind die etablierten Kernelemente von Innovationssystemen. **Eine Differenzierung des Spektrums dieser Elemente** und vor allem eine Präzisierung der Interaktionsmechanismen sind insbesondere angesichts neuer Akteurskonstellationen erforderlich. Anders formuliert: Die zunehmende Komplexität der sich neu ausrichtenden Innovationssysteme macht es noch wichtiger, mit umfassenden Konzepten Varietät und Kontext zu erfassen (Warnke et al. 2016).
- Mit Blick auf verschiedene Systemebenen (Innovationssystem als Mehrebenensystem) sollten Unterschiede und Komplementaritäten zwischen transnationalen (insbesondere europäischen), nationalen, regionalen und sektoralen Innovationssystemen sowie damit verbundene Dynamiken und Wechselwirkungen systematischer berücksichtigt werden. Auch die multi-skalare Betrachtung von Innovationssystemen, nicht zuletzt im Sinne globaler vernetzter Innovationsaktivitäten, sollte dabei Berücksichtigung finden (Binz/Truffer 2017).
- Zudem stellt sich nach wie vor die Frage, welche Rolle im Zuge neuerer Technologieentwicklungen **»quer« zu den herkömmlichen Systemebenen liegende spezifische technologische Innovationssysteme** (zum Beispiel Carlsson et al. 2002) spielen, die je eigene Struktur- und Entwicklungslogiken aufweisen. Mit dem Versuch, Funktionen von (technologischen) Innovationssystemen zu definieren (Bergek et al. 2008; Hekkert et al. 2007), sollte die Bindung an feste geografische oder sektorale Einheiten überwunden werden (Markard/Truffer 2008).

- Der etablierte Innovationsbegriff ist zu eng. Zum einen muss der Kernbegriff **»Innovation« breiter verstanden werden** und soziale, organisatorische und institutionelle Innovationen umfassen. Zum anderen müssen im Sinne von Systeminnovationen Aspekte der Diffusion, Skalierung und des Transfers neuer Lösungen stärker Berücksichtigung in der Analyse von Innovationssystemen finden, ebenso wie neue Facetten von Innovationsprozessen, die sich beispielsweise auf deren Offenheit (»open innovation«), die Rolle von immateriellen Vermögensgütern und multi-sektorale/multi-disziplinäre Integrationsleistungen beziehen. Diese Erweiterung des Innovationsverständnisses hat auch unmittelbar Auswirkungen auf das Spektrum der im Innovationssystem-Ansatz zu berücksichtigenden Akteursgruppen.
- Fragen der Systemdynamik und der Wandlungsmechanismen spielten in Innovationssystem-Ansätzen bislang eine zu geringe Rolle. **Beharrungs- und Veränderungsmechanismen** müssen stärker in den Vordergrund rücken, weil sie entscheidend für das Überwinden von bestehenden Pfadabhängigkeiten und das Aktivieren von neuen Innovationstrajektorien bzw. -paradigmen sind.

Seit ihrem Beginn in den späten 1970er Jahren war die Debatte über Innovationssysteme eng mit der normativen Frage nach den Zwecken von Innovation und deren Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung verknüpft. Wie oben angesprochen, wird die normative Neupositionierung des Innovationssystem-Konzeptes umso dringlicher, je mehr gesellschaftliche Erwartungen an das Innovationssystem gestellt werden und je schneller und agiler es diese erfüllen soll. Als besonders wichtige, offene Aspekte erscheinen hier aktuell:

- Das vorherrschende funktionale Verständnis von IS im Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit für Wirtschaft und Gesellschaft muss ausgeweitet werden, um Fragen der **Direktionalität von Innovation jenseits von Wachstum und Beschäftigung** adressieren und dabei insbesondere Nachhaltigkeitsaspekten sowie den dadurch notwendigen Systemtransformationen mehr Raum geben zu können (Weber/Truffer 2017). Hier sind insbesondere Fragen nach den Möglichkeiten und Grenzen der legitimen Einflussnahme des Staates auf die Richtung von Innovations- und Transformationsprozessen relevant.
- Dadurch wird wiederum die Frage nach der **Verortung normativer Debatten im Innovationssystem** aufgeworfen, d. h., wer wann und in welcher Form diese Debatten gestalten und daran mitwirken darf. Hieran schließen sich in der Folge Fragen hinsichtlich der Rolle des Staates im Rahmen dieser normativen Debatten an, beispielsweise mit Blick auf die Gewichtung unterschiedlicher Bewertungsdimensionen wie wirtschaftliche Entwicklung, Nachhaltigkeit oder Souveränität.

- Vor diesem Hintergrund ist vor allem auch immer wieder neu nach den **Rollen des Staates im Kontext eines aktualisierten Innovationssystemkonzepts** zu fragen. Der Ruf nach einer proaktiveren Rolle des Staates in Bezug auf Innovation und Systemwandel ist in jüngerer Zeit bereits Gegenstand wissenschaftlicher und politischer Debatten geworden (zum Beispiel Weber/Rohracher 2012; Mazzucato 2013; Borrás/Edler 2020). Im Kern geht es hier um die Alternative eines Staates als Rahmensetzer und »Enabler« einerseits *oder* als stärker richtungsgebender Staat, der als Gestalter und Vorreiter tätig wird. Und diese Debatte muss zunehmend auch auf die notwendigen Kapazitäten und Kompetenzen des Staates ausgeweitet werden.

In Summe müssen »Nationale« IS gedacht werden als **strukturell-institutioneller Rahmen** für multiple sozio-technische (Teil-)Innovationssysteme, die verschränkt sind mit Innovationssystemen in anderen nationalen und internationalen Zusammenhängen, mit übergreifenden technologischen oder thematisch fokussierten Entwicklungskontexten. Innerhalb des generellen Rahmens gibt es also verschiedene funktional zu verstehende Teilsysteme, die der **Entstehung und Diffusion von sozio-technischen Innovationen** (zum Beispiel generischen Technologien wie Robotik, künstliche Intelligenz, oder Gentechnik) oder dem **Wandel bestimmter sozio-technischer Systeme** dienen (zum Beispiel im Hinblick auf die Transformation in Bereichen wie Gesundheit, Mobilität, militärische Sicherheit). Letztlich besteht die zentrale Aufgabe der Politik darin, das effektive Zusammenwirken dieser verschiedenen Teilsystemen zu gestalten und in zunehmendem Maße auch normative Orientierung zu geben. »Nationale« Systeme können sich hinsichtlich der Balance zwischen rahmensetzenden, innovationszentrierten und auf systemtransformierend ausgerichteten Teilsystemen unterscheiden und dementsprechend unterschiedlich gut geeignet sein, Systemwandel in unterschiedlichen Teilsystemen zu generieren.

Literatur

Aiginger, K.; Rodrik, D. (2020): Rebirth of industrial policy and an agenda for the twenty-first century. In: *Journal of industry, competition and trade* 20, S. 189–207.

Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S.; Rickne, A. (2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. In: *Research Policy* 37(3), S. 407–429.

Binz, C.; Truffer, B. (2017): Global Innovation Systems – A conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts. In: *Research Policy* 46(7), S. 1284–1298.

Borrás, S.; Edler, J. (2020): The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation. In: *Research Policy* 49(5), 103971.

Carlsson, B.; Jacobsson, S.; Holmen, M.; Rickne, A. (2002): Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues. In: *Research Policy* 31, S. 233–245.

Dudenbostel, T.; Warta, K.; Dinges, M.; Weber, M. (2023): Resilienz des österreichischen FTI-Systems. Krisenabsorption und Krisenvorbereitung am Beispiel von Pandemie und Klimawandel. Forschungsbericht. Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Wien.

Edler, J.; Blind, K.; Kroll, H.; Schubert, T. (2023): Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy. Defining rationales, ends and means. In: *Research Policy* 52(6), 104765.

Edler, J.; Fagerberg, J. (2017): Innovation policy: what, why, and how. In: *Oxford Review of Economic Policy* 33(1), S. 2–23.

Edmondson, D. L.; Kern, F.; Rogge, K. (2019): The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions. In: *Research Policy* 48(10), 103555.

Ghosh, B.; Kivimaa, P.; Ramirez, M.; Schot, J. (2021): Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. In: *Science and Public Policy* 48(5), S. 739–756.

Haddad, C. R.; Nakic, V.; Bergek, A.; Hellsmark, H. (2022): Transformative innovation policy: A systematic review. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 43, S. 14–40.

Hekkert, M.; Suurs, R. A. A.; Negro, S. O.; Kuhlmann, S. (2007): Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change. In: *Technological Forecasting and Social Change* 74(4), S. 413–432.

Kuhlmann, S.; Stegmaier, P.; Konrad, K. (2019). The tentative governance of emerging science and technology: A conceptual introduction. In: *Research Policy* 48(5), S. 1091–1097.

Larrue, P. (2021): The design and implementation of mission-oriented innovation policies. A new systemic policy approach to address societal challenges. OECD Science, Technology and Industry Policy Paper No. 100. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

Markard, J.; Truffer, B. (2008): Technological Innovation Systems and the Multi-Level Perspective: Towards an Integrated Framework. In: *Research Policy* 37(4), S. 596–615.

Mazzucato, M. (2013): The Entrepreneurial State: Debunking the Public Vs. Private Myth in Risk and Innovation. London: Anthem Press.

Mazzucato, M. (2019): Der unternehmerische Staat: Risiken und Gewinne vergesellschaften. In: *Leviathan* 47(2), S. 123–143.

Rogge, K.; Reichhardt, K. (2016): Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. In: *Research Policy* 45(8), S. 1620–1635.

Sartorius, C.; Zundel, S. (2005): Time Strategies, Innovation and Environmental Policy. Cheltenham: Edward Elgar.

Schot, J.; Steinmueller E. W. (2018): Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. In: *Research Policy* 47(9), S. 1554–1567.

Warnke, P.; Koschatzky, K.; Dönitz, E.; Zenker, A.; Stahlecker, T.; Som, O.; Cuhls, K.; Güth, S. (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions. No. 49. Fraunhofer ISI Discussion Papers-Innovation Systems and Policy Analysis.

Weber, K. M.; Rohracher, H. (2012): Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ›failures‹ framework. In: *Research Policy* 41(6), S. 1037–1047.

Weber, K. M.; Truffer, B. (2017): Moving innovation systems research to the next level: towards an integrative agenda. In: *Oxford Review of Economic Policy* 33(1), S. 101–121.

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Karoline Augenstein, Juniorprofessorin für Policy-Analyse, Transformationsforschung und Nachhaltigkeit an der Bergischen Universität Wuppertal / Zentrum für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (transzent) und Vertretung der Professur für Transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung an der Leuphana Universität Lüneburg. Ihre Arbeitsschwerpunkte umfassen Theorien und Konzepte sozial-ökologischer Transformationsforschung, angewandte Forschung an der Schnittstelle von Wissenschaft und Gesellschaft in urbanen Reallaboren sowie die Rolle von Narrativen in gesellschaftlichen Transformationsprozessen.

E-Mail: augenstein@uni-wuppertal.de; karoline.augenstein@leuphana.de

Dr.-Ing. Susanne Bieker, Leitung des interdisziplinären Forschungsschwerpunktes Transitions- und Innovationssysteme urbaner Räume am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und Wissenschaftlerin (https://www.isi.fraunhofer.de/de/themen/urbane-raeume.html) und Projektleiterin im Competence Center »Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme« im Geschäftsfeld »Wasserwirtschaft«. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen urbaner Wassersysteme, der Anpassung an den Klimawandel und dem Spannungsfeld zum Klimaschutz, integrierter Infrastrukturen sowie (urbaner) Transformationsprozesse und zugehöriger Akteursstrukturen. Susanne Bieker ist Mitglied der DWA Arbeitsgruppe 1.4 »Systemintegration«, der DWA AG BIZ 11.1 »Dezentrale Abwassersystemlösungen für Schwellen- und Entwicklungsländer«, Mitglied beim IfR und als Gutachterin für (inter)nationale Forschungsmittelgeber tätig.

E-Mail: susanne.bieker@isi.fraunhofer.de

FH-Prof. Dr. Antje Bierwisch, Professorin und Fachbereichsleiterin für Innovation und Entrepreneurship im Department »Betriebswirtschaftslehre Online« am MCI | Die Unternehmerische Hochschule(R) in Innsbruck (https://www.mci.

edu/de/faculty/antje.bierwisch). Zuvor war sie 10 Jahre als Senior Researcher am Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Innovationsmanagement, Organisationsentwicklung sowie Strategic Foresight. Seit 2023 ist sie Inhaberin des »UNESCO Chair in Futures Capability for Innovation and Entrepreneurship«, der am MCI etabliert ist. Dieser befasst sich mit der Förderung der Zukünftekompetenzen und der Stärkung von Innovationsfähigkeit und Unternehmergeist der Studierenden (https://research.mci.edu/de/unesco-chair-futures-capability).

E-Mail: antje.bierwisch@mci.edu

Prof. Dr. Andreas Boes, Mitglied des Vorstands des Instituts für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF München. (https://www.isf-muenchen.de). Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen die Informatisierung der Gesellschaft und Zukunft der Arbeit, den Paradigmenwechsel und Wandel des Innovationssystems sowie die Theorie der Informatisierung.

E-Mail: andreas.boes@isf-muenchen.de

Alfons Botthof, Leiter des Bereichs Gesellschaft und Innovation in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (https://vdivde-it.de/de/bereich/gesellschaft-und-innovation). Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen angewandte Innovationsforschung und Innovations- resp. Politikberatung zu Hochtechnologiethemen, Analysen zu technologischen und sozio-ökonomischen Fragen des digitalen Wandels, das Design von Innovationsprozesse unterstützender Maßnahmen und Wirkungsanalysen zu staatlichen Förderungsmaßnahmen. Er leitet zudem das Institut für Innovation und Technik Berlin (www.iit-berlin.de). Dieses befasst sich mit der Analyse, Forschung und Prognose technologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Trends.

E-Mail: alfons.botthof@vdivde-it.de; botthof@iit-berlin.de

Carina Culotta, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund. Ihre Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich der digitalen B2B-Plattformen, dem Einsatz der Blockchain-Technologie sowie der Entwicklung von Open-Source-Strategien für Unternehmen.

E-Mail: carina.culotta@iml.fraunhofer.de

Prof. Dr. Hans-Liudger Dienel, Leiter des Lehrstuhls »Arbeit, Technik und Partizipation« der Technischen Universität Berlin (www.tu-berlin.de/arte) und Geschäftsführer des nexus Instituts für Kooperationsmanagement (www.nexusinstitut.de), einem in Deutschland führenden neutralen Durchführungsträger von Bürgerräten und anderen deliberativen Prozessen. Dienels Fachgebiet an der TU Berlin hat drei Arbeitsschwerpunkte: Technik und Bildung, Technik und Partizipation sowie Technik im Wandel (Geschichte und Zukunft der Technik). Dienel forscht in den drei Themenfeldern vor allem zu Makerlabs, zu partizipativer Produktentwicklung und zu Narrativen der großen Transformation. Im nexus Institut arbeitet Dienel an der Weiterentwicklung von Bürgerräten, Planungszellen und anderen Mini Publics.

E-Mail: hans-liudger.dienel@tu-berlin.de; dienel@nexusinstitut.de

Prof. Dr. Carsten Dreher, seit 2009 Professor für Innovationsmanagement an der Freien Universität Berlin. (https://www.wiwiss.fu-berlin.de/fachbereich/bwl/management/dreher/Team/Mitarbeiter/Carsten-Dreher/index.html) Seine Forschungsschwerpunkte sind u.a. Technologie-Foresight, Dynamic Capabilities / Innovation Routines, Partizipation und Innovation sowie Wirkungen staatlicher Innovationspolitik auf Unternehmen. Von 2009 bis 2012 war C. Dreher Direktor des Center for Cluster Development, welches das Präsidium der Freien Universität in Fragen der strategischen Forschungsplanung und der Identifizierung und Entwicklung von Forschungsschwerpunkten berät und unterstützt. Zuvor arbeitete er als Professor für Innovationsforschung und Innovationsmanagement an der Universität Flensburg/ Syddansk Universitet, Dänemark, sowie als Abteilungsleiter am Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung. Im Nov. 2021 wurde er durch die Europäische Kommission zum Mitglied des Boards des ›European Innovation Council‹ (EIC), ernannt.

E-Mail: carsten.dreher@fu-berlin.de

Prof. Dr. Jakob Edler, seit Oktober 2018 Geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI. Zudem ist der Deutsch-Brite Professor für Innovationspolitik und Strategie am Manchester Institute of Innovation Research (MIoIR), das er von 2011 bis September 2018 leitete. Bevor er im Januar 2007 zum MIoIR wechselte, arbeitete er seit 1999 am Fraunhofer ISI als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Abteilungsleiter. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Analyse und Konzeption von Governance, Politik und Management von Innovation. J. Edler ist Mitglied des Präsidiums der Fraunhofer Gesellschaft, des Deutschen Wissenschaftsrates, der Deutsche Akademie der

Technikwissenschaften (Acatech) und der Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (UK).

E-Mail: jakob.edler@isi.fraunhofer.de

Matthias Graf von Kielmansegg, Geschäftsführer der Vodafone Stiftung Deutschland, die sich mit Bildungs- und Qualifizierungsfragen im digitalen Wandel beschäftigt (https://vodafone-stiftung.de). Zuvor Leiter der Abteilung Grundsatz, Strategien und digitaler Wandel im BMBF. Dort waren wesentliche Aufgabenbereiche die High-Tech-Strategie der Bundesregierung, die Konzeption und Erprobung neuer innovationspolitischer Instrumente z.B. in der Clusterförderung, bei der Stärkung der Innovationskraft der Hochschulen, durch die Förderung von Sprunginnovationen, im Daten- und Urheberrecht und bei den steuerlichen Rahmenbedingungen. Ebenso dort zuständig für Zukunftsforschung und Trendanalyse, die MINT-Förderung und die Digitalisierung im Bildungswesen.

E-Mail: matthias.grafvonkielmansegg@vodafone.com

Dr. Katrin Hahn forschte und lehrte zuletzt an der Technischen Universität München und der Universität Twente (NL) zu industriellen Innovationsprozessen und Innovationsökosystemen. In nationalen und internationalen Forschungsprojekten standen Fragen nach Innovationskooperationen zwischen nicht-forschungsintensiven Unternehmen und Wissenschaft, dem Einfluss von Finanzmarktinteressen auf unternehmerische Innovationsstrategien und die Analyse industrieller Innovationsökosysteme im Mittelpunkt. Ausgangspunkt war dafür die Promotion an der Technischen Universität Dortmund im Bereich sozialwissenschaftliche Innovationsforschung und Science Technology Studies.

E-Mail: Katrin.hahn@udo.edu

Dr. Ernst Andreas Hartmann promovierte nach dem Studium der Psychologie mit Schwerpunkt Arbeits- und Organisationspsychologie Ernst Hartmann 1995 zum Dr. rer. nat. an der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen. In den 1990er-Jahren war er dort am Hochschuldidaktischen Zentrum/Lehrstuhl Informatik im Maschinenbau tätig. U.a. forschte er zu Fragen der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen und der industriellen Arbeitsorganisation. 2002 wurde Hartmann in Psychologie habilitiert und erhielt die venia legendi für das Fach Arbeits- und Organisationspsychologie; seitdem ist er Privatdozent an der RWTH Aachen. Von 2001 bis 2004 war er bei der Arbeitsgemeinschaft Betrieblicher Weiterbildungsforschung (ABWF e. V.) für die wissenschaftliche Koordination des BMBF-

Programms »Lernkultur Kompetenzentwicklung« verantwortlich. Seit 2004 ist Ernst Hartmann Bereichsleiter bei der VDI/VDE-IT in Berlin; seit 2016 leitet er den neu gegründeten Bereich Bildung und Wissenschaft. Ernst Hartmann war 2007 Gründungsdirektor des Instituts für Innovation und Technik Berlin (iit) und gehört seitdem der Leitung des iit an.

E-Mail: hartmann@iit-berlin.de

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik (LFO) der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund. Außerdem fungiert er als Adjunct Professor for Supply Chain Management an der School of Business and Management der Lappeenranta University of Technology in Finnland. Seine Forschungsschwerpunkte liegen vor allem in den Bereichen Management der Industrie 4.0 und Plattformökonomie mit besonderem Fokus auf Blockchain und Smart Contracts, Financial Supply Chain Management und Supply Chain Risk Management, aber auch Einkauf, Logistik und Supply Chain Management. Hierbei nutzt er sowohl sein umfangreiches Wissen aus der Forschung als auch seine Erfahrung aus der unternehmerischen Praxis.

E-Mail: michael.henke@iml.fraunhofer.de

DI Dr.in Sabine Herlitschka, MBA, Vorstandsvorsitzende der Infineon Technologies Austria AG (www.infineon.com/austria). Ihre beruflichen Stationen umfassen u.a. industrielle Biotech-Forschung, internationale Forschungs- und Technologiekooperation sowie -finanzierung, Gründungs-Vizerektorin an der Medizinischen Universität Graz und Fulbright Forscherin an der George Washington University wie auch der Johns Hopkins University in Washington DC. Sie ist aktuell u.a. Vizepräsidentin der Industriellenvereinigung Österreich und Vorsitzende des Beirats des Austrian Supply Chain Institute. Auf europäischer Ebene war sie in richtungsweisenden ExpertInnen-Gruppen für die europäische Kommission tätig, von 2018–2021 war sie Vorsitzende des europäischen Governing Boards des Public Private Partnership-Programms »ECSEL-Electric Components and Systems for European Leadership«. Herlitschka hält ein Doktorat in Lebensmittel- & Biotechnologie, Postdoc in der industriellen Forschung und einen Master of Business Administration.

E-Mail: sabine.herlitschka@infineon.com

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen war bis 2015 Inhaber des Lehrstuhls Wirtschafts- und Industriesoziologie und bis 2020 Seniorprofessor an der TU Dortmund; aktuell ist er Research Fellow an der Sozialfor-schungsstelle der TU Dortmund. Er war Gastforscher und Visiting Professor an verschiedenen ausländischen Universitäten und Instituten und ist Mitglied in einer Reihe arbeits- und innovationspolitischer Beratungsgremien. Die Arbeitsschwerpunkte liegen in den Feldern der Innovations- und Techniksoziologie sowie Arbeits- und Industriesoziologie; sie umfassen insbesondere Fragen der digitalen Transformation von Industrie und Arbeit.

E-Mail: hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de

Prof. Dr. Thomas Hirth, promovierter Chemiker, ist seit 2016 Vizepräsident für Transfer und Internationales am Karlsruher Institut für Technologie. Zuvor war er Professor für Grenzflächenverfahrenstechnik an der Universität Stuttgart und Leiter des Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie der Universität Stuttgart sowie des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik und Biotechnologie. Seine Forschungsschwerpunkte waren Grenzflächenverfahrenstechnik, Bioökonomie, Industrielle Biotechnologie, Plasmatechnologie und Nachhaltigkeit.

E-Mail: thomas.hirth@kit.edu

Prof. Dr. Stefan Kuhlmann, emeritierter Professor für Science, Technology and Society (STS) an der Universität Twente, Niederlande (https://people.utwente.nl/s.kuhlmann). Zuvor war er an der Universität Utrecht (2001–06), am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (1988–2006) sowie an der Universität Kassel (1979–88) tätig. Er studierte Politikwissenschaft und Geschichte (Univ. Marburg 1972–78), promovierte (1986) und habilitierte sich 1998 in Politikwissenschaft (Univ. Kassel). Seit 1980 untersucht er Wissenschaft und technologische Innovation als soziale und politische Prozesse. Kuhlmann war Mitherausgeber mehrerer Zeitschriften, u.a. Research Policy (Elsevier) und Mitbegründer des Eu-SPRI Forum for Studies of Policies for Research and Innovation. Er publizierte u. a. das Handbook on Science and Public Policy, (mit D. Simon, J. Stamm, W. Canzler.) E. Elgar 2019; The Theory and Practice of Innovation Policy. An International Research Handbook, (mit R. Smits, P. Shapira) E. Elgar 2010.

E-Mail: s.kuhlmann@utwente.nl

Barbara Langes, Wissenschaftlerin am Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF München. Im Mittelpunkt ihrer Forschungsarbeit steht der der-

zeitige Paradigmenwechsel zur Informationsökonomie. Sie untersucht, was die Cloud- und KI-Strategien von Vorreiterunternehmen in den USA und Deutschland auszeichnet und wie Wertschöpfung und Arbeit neu gedacht werden.

E-Mail: barbara.langes@isf-muenchen.de

Hilmar von Lojewski, seit 2012 Beigeordneter für Stadtentwicklung, Bauen, Wohnen und Verkehr für den Städtetag Nordrhein-Westfalen und den Deutschen Städtetag. Er studierte bis 1988 Raumplanung sowie Stadt- und Regionalplanung in Dortmund und Ankara, war bis 1991 Städtebaureferendar in Frankfurt/Main, arbeitete als freier Planer in Dortmund und bis 1994 für die GTZ als Planungsberater in Kathmandu, Nepal. Bis 2000 wirkte er als Abteilungsleiter im Stadtplanungsamt Dresden. In der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin war er für die Abteilungen Städtebau und Projekte und Ministerielle Angelegenheiten des Bauwesens zuständig. Von 2007 bis 2010 arbeitete er für die deutsche Entwicklungszusammenarbeit im Programm für Nachhaltige Stadtentwicklung in Syrien.

E-Mail: hilmar.lojewski@staedtetag.de

Prof. Dr. Alexandra Palzkill, Leitung der Stabstelle Planung, strategische Steuerung und Forschungskoordination am Bundesamt für Naturschutz. Von 2019 bis 2022 Juniorprofessorin für Wirtschaftswissenschaften, insb. Transformationsforschung und Nachhaltigkeit an der Bergischen Universität Wuppertal. Dort leitete sie gemeinsam mit Prof. Karoline Augenstein die Nachwuchsgruppe UrbanUp der Sozial-ökologischen Forschung (SÖF). Ihre Arbeitsschwerpunkte umfassten konfligierende Logiken in Transformationsprozessen und alternatives Wirtschaften.

E-Mail: alexandra.palzkill-vorbeck@bfn.de

Dr. Christian Rammer, Stellvertretender Leiter des Forschungsbereichs Innovationsökonomik und Unternehmensführung im ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim (https://www.zew.de). In seiner Forschung befasst er sich insbesondere mit Innovationsprozessen in Unternehmen, den Auswirkungen von Innovationen auf Unternehmensperformance und Märkten, den Wissens- und Technologietransfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sowie der Konzeption und Evaluation von Forschungs- und Innovationspolitik. Christian Rammer leitet die offizielle Innovationserhebung für Deutschland (Mannheimer Innovationspanel) und ist Mitglied in mehrere nationalen und internationalen Beratungsgremien zur Messung und Analyse von

Innovation und Technologi, u.a. in der OECD-Arbeitsgruppe »National Experts on Science and Technology Indicators« (NESTI).

E-Mail: christian.rammer@zew.de

Prof. Dr.-Ing. Ina Schieferdecker, Honorarprofessorin der Technischen Universität Berlin zu Software-basierten Innovationen. Sie war Abteilungsleiterin für Forschung für technologische Souveränität und Innovationen im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zu modernen Schlüsseltechnologien wie Quantentechnologien, Materialtechnologien, Mikroelektronik, Kommunikation, Software und KI-Technologien sowie zur Zukunft der Arbeit und zur Wertschöpfung. Zuvor war Frau Schieferdecker Co-Institutsleiterin des Fraunhofer-Instituts für offene Kommunikationssysteme (FOKUS), Professorin für Quality Engineering offener verteilter Systeme an der Technischen Universität Berlin und Co-Gründungsdirektorin des Weizenbaum-Instituts für die Vernetzte Gesellschaft. Sie ist Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech).

E-Mail: ina.schieferdecker@tu-berlin.de

Prof. Dr. Oliver Som, Professor und Fachbereichsleiter für Innovationsmanagement und -ökonomie im Department »Wirtschaft und Management« am Management Center Innsbruck (https://www.mci.edu/de/faculty/oliver.som). Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen die angewandte Innovationsforschung und Innovations- resp. Politikberatung zum Innovationsverhalten von KMU und nicht-forschungsintensiven Unternehmen, Analysen zu technologischen und sozio-ökonomischen Fragen der wirtschaftlichen Transformation (z.B. Geschäftsmodellinnovationen, Innovations-Ökosysteme, Diffusion neuer Technologien), sowie Maßnahmen und Wirkungsanalysen der öffentlichen Innovations- und Technologiepolitik.

E-Mail: oliver.som@mci.edu

Prof. Dr. Rainer Walz, Stellvertretender Leiter des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) sowie des Competence Centers Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme im ISI. Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen strategische Forschung zu Nachhaltigkeitsinnovationen, Design und Evaluierung von Maßnahmen der Energie- und Umweltpolitik sowie Impact Assessment von Nachhaltigkeitsstrategien und -politiken. Er ist zudem apl. Professor für Volkswirtschaftslehre an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät des Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

E-Mail: rainer.walz@isi.fraunhofer.de

Prof. Dr. Matthias Weber, Head of Center for Innovation Systems and Policy am AIT Austrian Institute of Technology (www.ait.ac.at) und Professor für Innovationspolitik am Laboratoire Interdisciplinaire Sciences, Innovations, Sociétés (UMR-LISIS), Université Gustave Eiffel. Er befasst sich derzeit mit neuen Formen soziotechnischer Innnovation, Strategic Foresight sowie mit transformativer und missionsorientierter Innovationspolitik. Neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten berät er nationale Ministerien und Agenturen, die EU-Kommission und die OECD bei der Weiterentwicklung forschungs-, technologie- und innovationspolitischer Strategien und Instrumente.

E-Mail: matthias.weber@ait.ac.at

Dr. Jan Wessels, Leiter der Gruppe Innovationspolitik, Evaluation und Monitoring in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen strategische Fragen der Innovationspolitik, Evaluation und Monitoring von Innovationsfördermaßnahmen sowie Politikberatung für die Ausgestaltung von Innovationsförderung.

E-Mail: jan.wessels@vdivde-it.de

Prof. Dr. Christoph Zanker, seit 2016 Professor an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen HfWU. Neben Technologie- und Branchenanalysen und der Entwicklung innovativer Transferformate umfassen seine Forschungs- und Beratungsschwerpunkte insbesondere das Innovations- und Transformationsmanagement in mittelständischen Industrieunternehmen mit dem Fokus auf dem Aufbau von nachhaltigen Innovationskooperationen und Eco-Systemen. Von 2015 bis 2016 war er für den Aufbau der beim VDMA Landesverband Baden-Württemberg und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg angesiedelten »Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg« verantwortlich. Unter seiner Federführung wurde unter anderem das Matching-Format »Startup the Future« entwickelt und erfolgreich umgesetzt. Von 2004 bis 2015 war er am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe tätig.

E-Mail: Christoph.Zanker@hfwu.de